Die Entwicklung der Raupenzeichnung bei einigen Sphingiden.

Eine phylogenetische Studie.

Von

Hermann v. Voss.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Freiburg i. Br.)

Mit Tafel 16–19 und 6 Abbildungen im Text.

Inhalt.

Einleitung.

Die Untersuchungen, die ich in den Sommermonaten der Jahre 1909 und 1910 an den Raupen verschiedener Sphingiden-Arten anstellte, zielten vor allem dahin, eine möglichst eingehende und sorgfältige Darstellung ihrer Entwicklung — vom Ausschlüpfen aus dem

Ei bis zur Verpuppung — zu erhalten und dann, wenn ein genügend reiches Tatsachenmaterial beisammen wäre, hieraus womöglich Hinweise auf die Phylogenese der beobachteten Arten zu schöpfen, um ihr relatives Alter zu bestimmen und zu erfahren, welche Form uns die jüngste, letzte Anpassung darstelle.

Dieser Zweck machte es von vornherein wünschenswert ein möglichst reiches Material an Arten zu behanden, andrerseits aber mußte ich wieder der einzelnen Art meine volle Aufmerksamkeit widmen, um vielleicht Variationen festzustellen, die verbindende Glieder zwischen den bestehenden Arten bildeten. So beschränkte ich mich darauf selbst folgende Arten der Gattung *Smerinthus*: *tiliae, populi, ocellatus, quercus* und von der Gattung *Sphinx* den Ligusterschwärmer (*Sph. ligustri*) zu züchten. Außerdem waren mir aber teils nach Beschreibungen, teils nach Abbildungen zugänglich: *Sph. atropos* und *convolvuli.* Diese 7 Arten sind in erster Linie von mir berücksichtigt, daneben noch andere Sphingiden in geringem Maße.

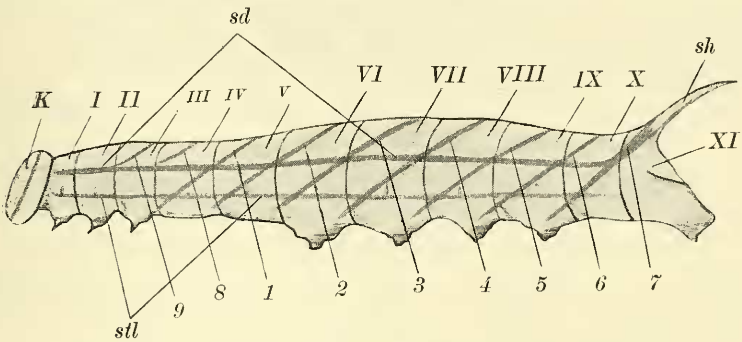
Die Schmetterlinge, aus deren Copulation ich die aufzuerziehenden Raupen gewann, erhielt ich im 1. Jahre aus sehr verschiedenen Gegenden, wie Zürich, Brandenburg, Hamburg etc. als Puppen zugeschickt; *Sph. ligustri* wurde im Sommer 1909 aus Eiern erzogen, die von Freilandcopulationen stammten. Im 2. Jahre stammten alle copulierenden Schmetterlinge aus den eignen Zuchten des 1. Jahres her; nur *Sm. quercus* macht hiervon eine Ausnahme: da es mir 1909 nicht gelungen war eine Copulation zu erhalten, so mußte ich neue Puppen (aus Dalmatien und aus Leipzig) verschreiben, und von diesen Schmetterlingen paarten sich ein ♂ und ein ♀; eine andere Brut von *S. quercus* erzog ich aus Eiern, die mir von Stuttgart zugesandt wurden.

Die Raupen wurden vom ersten Augenblick bis zur Verpuppung unter Glasglocken oder in gut schließenden Kästen mit Glaswänden gehalten; nur auf diese Weise gelang es mir, die Tiere gesund zu erhalten, während alle Versuche, sie in Käfigen mit Gazewänden zu erziehen, an der Unmöglichkeit scheiterten, das Futter frisch zu bewahren. Vorzüglich gediehen *Sm. tiliae* und *Sph. ligustri,* auch *Sm. populi* in den meisten Fällen, während bei *Sm. ocellatus* und *quercus* viele Exemplare zugrunde gingen.

Die Zeichnung der Sphingidenraupen ist eine recht komplizierte, und da ihre Elemente nicht jedem geläufig sein dürften, möchte ich sie gleich zu Anfang an den nebenstehenden Schemata erörtern.

Wir unterscheiden am Raupenkörper (Schema a) den Kopf (*k*)

und die 11 Leibessegmente (*I—XI*), von denen das letzte (*XI*) das Afterhorn (*sh*) trägt. Über alle 11 Segmente kann die sogenannte Subdorsallinie oder einfach Subdorsale (*sd*) als kontinuierlicher heller Streif hinlaufen: sie beginnt an der Grenze des Kopfes und zieht

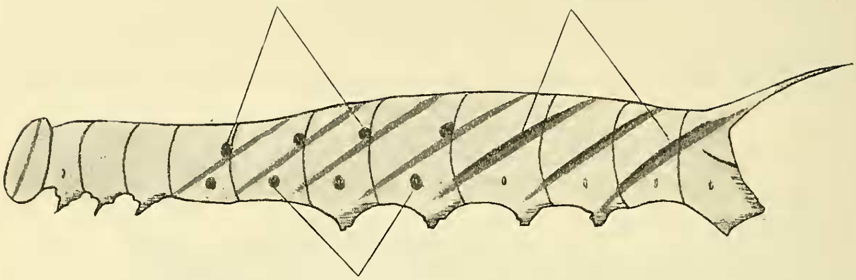


Schema a.

K Kopf, *I—XI* 11 Leibessegmente, *sd* Subdorsale, *sh* Schwanzhorn, *stl* Stigmallinie, *1—7* die 7 gewöhnlichen Schrägstreifen, *8* u. *9* suplementäre Schrägstreifen.

bis zum Horn. Ventralwärts treffen wir bei manchen Arten eine andere Längslinie, die Stigmallinie (*stl*); auf dem Rücken kann eine Dorsallinie, d. h. je eine zu beiden Seiten des Dorsalgefäßes hinziehen (in der Seitenansicht nicht zu sehen). Quer über den Körper, von hinten und oben nach vorn und unten, ziehen für gewöhnlich 7 sogenannte Schrägstreifen (*1—7*); jeder von ihnen gehört in der Regel 2 Segmenten an, so der 1. (*1*) dem 5. und 6. Segment, der 2. (*2*) dem 6. und 5. usf. bis zum 7. (*7*), der Segment 11 und 10 überquert. Ausnahmsweise kann auf Segment 4 ein „8ter“ (*8*), auf Segment 3 ein „9ter“ (*9*) Schrägstreif hinzukommen. Die Unterscheidung von Brustfüßen, Bauchfüßen und Nachschiebern ist selbstverständlich.

Schema b soll die farbigen Zeichnungselemente demonstrieren, und zwar habe ich in derselben Zeichnung sowohl die „farbigen Säume“ (*f. S*), die auf der Vorderseite der Schrägstreifen hinziehen, als auch die roten Flecken (*r. Fl*) der Einfachheit halber an einem Tier abgebildet, obwohl sie in der Natur in dieser Verteilung nie vorkommen. Liegen die Flecken oben am Schrägstreifen, wo er die Segmentgrenze schneidet, so gehören sie den „obern Flecken“ an; andere, die sich um die Stigmen ausbilden, heißen „untere oder Stigmalflecken“ (*St. Fl*). Die farbigen Säume können bei einzelnen



Schema b.

f. S farbige Säume, *o. Fl* obere Flecken, *St. Fl* Stigmalflecken.

Arten durch eine dunkle „Grundierung“ des Schrägstreifens, eine dunkle Nuance der grünen Grundfarbe, vertreten sein.

Der Untersuchung dieser Zeichnungselemente ist der Hauptteil meiner Arbeit gewidmet; ihm folgen noch eine Betrachtung über den Selektionswert der Zeichnung und eine zusammenfassende Übersicht über das Gefundene vom phylogenetischen Gesichtspunkt aus. Der Lebensbeschreibung von *Sm. populi* schließe ich die Beschreibung von Beobachtungen an, die ich über die Vererbung der roten Flecken bei dieser Art machte.

Es sei mir gestattet, auch an dieser Stelle Herrn Geheimrat WEISMANN meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die Überlassung von Thema und reichstem Material sowohl als auch für die mannigfachen Anregungen, die mir von seiner erfahrenen Seite im ganzen Verlauf der Arbeit des öftern zugingen. Eine angenehme Pflicht ist es mir auch, den Assistenten am hiesigen Institut, den Herren Privatdozenten Dr. SCHLEIP und Dr. KÜHN, für die Hilfe und die Ratschläge zu danken, mit denen sie mich stets aufs bereitwilligste unterstützten. Ich möchte nicht unterlassen zu bemerken, daß mir die naturgetreue Wiedergabe der Raupen nicht leicht gelungen wäre, hätte ich nicht von dem Freiburger Maler Herrn C. SPITZ eine vorzügliche Belehrung und Anleitung erhalten; ihm gilt dafür mein aufrichtigster Dank.

Smerinthus tiliae.

Von dieser Art standen mir 12 Bruten zur Verfügung, die, wenn sie auch nicht immer sehr individuenreich waren, so doch stets

durchweg gesund waren und sich in voller Zahl verpuppten. Überhaupt erwiesen sich die *tiliae*-Raupen als die widerstandsfähigsten und waren, was Alter und Frische der dargebotenen Blätter anbetrifft, durchaus nicht so wählerisch wie beispielsweise *Sm. ocellatus*. Dank diesem Umstande waren es lauter gesunde, kräftige Exemplare, die sich verpuppten, und um so merkwürdiger ist es, daß sie trotzdem nie eine Größe von mehr als 60—62 mm erreichten, während das gewöhnliche Maß 80—90 mm sein soll. Da die Schmetterlinge, von denen die Eier stammten, alle aus der Gefangenschaft waren, zum Teil wohl ♂ und ♀ aus denselben Bruten, so könnte man diese Größenabnahme vielleicht den Wirkungen der Inzucht zuschreiben.

Ich werde erst eine allgemeine Lebensbeschreibung der Art geben, um dann zu den individuellen Verschiedenheiten überzugehen.

Stadium I.

Beim Ausschlüpfen sind die jungen Räupchen 6—7 mm groß, zeigen eine gelblich-grüne Farbe und ein hellgrünes Horn, das allerdings im Laufe von 2 Stunden erst grau, dann tief schwarzbraun wurde. Sie trugen keinerlei Zeichnung (Fig. 1). Beim Fressen saßen sie teils auf den Rippen, teils auf dem Rande des Blattes und schmiegten sich im letzten Falle so genau an die Form der Fraßstellen an, daß ihr Körper bisweilen mehrfache Biegungen beschrieb. Erst am 3. Lebenstage und bei einer Größe von 10—12 mm treten nacheinander die Subdorsale und die Schrägstreifen auf, erstere ein wenig früher als die Streifen: sie zieht als ziemlich breiter weißlich-gelber, an den Rändern grünlicher Streifen vom Horn bis zum Kopf und erhält durch die Schrägstreifen ein etwas welliges Aussehen. Diese treten in der 7-Zahl (nie habe ich auch nur eine Andeutung eines 8. Streifens finden können) auf und bleiben während dieses ganzen Stadiums undeutlich, während die Subdorsale zum Schluß des I. Stadiums sich entschieden verstärkt hat (Fig. 2).

Dauer des Stadiums I: 5—6 Tage.

Größe zum Schluß: 12—13 mm.

(Einen wie großen Einfluß die Temperatur auf das Tempo der Entwicklung hat, geht daraus hervor, daß zwei Bruten, die in einem recht kühlen Raum gehalten wurden, weit unter Zimmertemperatur, etwa 2 Wochen für dieses I. Stadium brauchten.)

Stadium II.

Es charakterisiert sich dadurch, daß sogleich nach der Häutung die Subdorsale ihre Bedeutung vollkommen verliert, indem die allgemeine Chagrinierung sie stark verdeckt; sie ist eigentlich bloß noch als diffuser, gelblicher oder weißlicher Schein zu erkennen, während die Schrägstreifen jetzt zur vollen Geltung kommen.

Besonders deutlich wird dieser Unterschied, wenn man eine Raupe des I. Stadiums neben eine des II. hält: Die stark ausgebildeten Schrägstreifen der letztern fallen sofort auf (Fig. 3 u. 4). Die Grundfarbe schwankt innerhalb nicht enger Grenzen zwischen dunklem und hellem Gelbgrün; bei den dunklern Exemplaren ist die ganze Zeichnung ausgeprägter, daher auch die Subdorsale noch verhältnismäßig deutlich. Fig. 4 zeigt eine Raupe kurz vor der zweiten Häutung; da bedingen außer der hellen Varietät noch zwei andere Umstände die Verschwommenheit der Zeichnung: 1. das höhere Alter, dem entsprechend die Subdorsale noch mehr geschwunden ist, und 2. die Tatsache, daß sie sich im „Vorstadium" zur Häutung befindet, während dessen die Zeichnung stets am wenigsten deutlich ist. Das Horn ist nach Länge und Farbe verschieden: während die Mehrzahl ein solches von etwa 4 mm trägt, haben einige ein etwa $^1/_2$ so langes, andere ein ganz rudimentäres Horn, was nicht etwa durch ein Abfressen bedingt wäre. Die Farbe ist bei den hellen Individuen hellgelblich-grün, bei den dunklen ist vorn eine rotschwärzliche Stelle, die mehr oder minder ausgedehnt sein kann (Fig. 3). Die Subdorsale erscheint, was ich noch nachtragen möchte, auf diesem Stadium durchaus ähnlich der Subdorsalen von *Sph. ligustri* bei deren erstem Auftreten (vgl. Fig. 4 u. 33). Zum Schluß des Stadiums II ist sie völlig verschwunden.

Dauer des Stadiums II: 4—6 Tage.

Größe zum Schluß: 16–19 mm.

(Die Tiere sind sehr empfindlich gegen Berührung: betupft man das Horn mit einem noch so feinen Pinsel, so reagieren die Tiere darauf sofort mit den stärksten Hin- und Herbewegungen des ganzen Vorderkörpers.)

Stadium III.

Die Subdorsale, die zum Schluß des vorigen Stadiums in verhältnismäßig seltnen Fällen ganz verschwunden war, ist schon zu Anfang dieses Stadiums nie mehr zu sehen (Fig. 5). Die Schrägstreifen haben an Deutlichkeit sehr gewonnen, besonders auch durch

die dunkle Grundierung, die im Verlauf von Stadium III auftritt, sie beginnen zu beiden Seiten des Rückengefäßes, ohne sich oben zu berühren, und ziehen stets über $1^1/_2$ Segmente hin, um tief unten zu enden. Der vom Horn ausgehende ist stets der stärkste, der darauffolgende der schwächste, während die übrigen 5 etwa die Mitte zwischen diesen Extremen halten. Jetzt werden auch die Stigmen als blasse rötlich-gelbe ovale Flecken sichtbar und zwar erst hinten, dann auch vorn auf Segment 1 und 4—7. Am auffallendsten ist in diesem Stadium die Veränderung des Kopfes: während er vorher noch nahezu die gleiche runde Form wie beim Ausschlüpfen zeigte (vgl. Fig. 1, 3), hat er nach der zweiten Häutung eine typische *Smerinthus*-Form angenommen: spitzig, dreieckig, mit zwei gelben Grenzlinien und oben einem rötlichen Doppelhörnchen; eine Gestaltsveränderung, wie wir sie bei *Sm. occellatus* schon nach der ersten Häutung wahrnehmen (Fig. 5).

Das Horn wird nach der zweiten Häutung bedeutend stärker und bekommt vor allem ein strafferes härteres Aussehen; die dunkle, rötlich-braune Farbe herrscht vor. Die Grundfarbe bleibt dieselbe und wird nur bei den dunklen Exemplaren etwas heller, so daß ein allgemeiner Typus (Fig. 6) erreicht wird. Dieselbe Abbildung zeigt auch, wie die hintern Segmente (6—10) sich stark verdickt haben, während die vordern verhältnismäßig dünn bleiben. Es ist hiermit eine Gestalt erreicht, wie sie für *Sm. tiliae* besonders typisch ist. Schon zu Ende dieses Stadiums hin können rote Flecken auftreten, die ich aber im einzelnen später besprechen will.

Dauer des Stadiums III: 4—7 Tage.

Größe zum Schluß: 24—29 mm.

Stadium IV.

Es ist schwer, dieses Stadium, wenn nicht durch das besonders häufige Auftreten von roten Flecken, zu charakterisieren. Die Zeichnung verändert sich insofern, als der 6. Schrägstreif häufig ganz undeutlich wird, indem er in der starken allgemeinen Chagrinierung aufgeht. Über dem After ist ein breiter, erst schwach rötlicher, dann zinnober- bis violettroter Fleck aufgetreten, der von allen *Smerinthus*-Arten nur *tiliae* zukommt. An den Brustfüßen wie an den Pedes spurii ist eine schwache Ablagerung von Rot nicht selten zu bemerken.

Dauer des Stadiums IV: 5—12 Tage.

Größe zum Schluß: 34—40 mm.

(Da die Außentemperaturen während der Entwicklung sehr schwankten, indem sie bald die Höhe von 26—28° R erreichten, bald durch andauernde Regengüsse herabgedrückt wurden, so kann ich auf die Dauer der einzelnen Stadien absolut keine sichern Schlüsse ziehen und gebe nur die extremen Grenzen der Dauer an.)

Stadium V.

Durch dreierlei ist dieses Stadium charakterisiert:

1. Durch den Verlust des Hörnchens auf dem Kopf nach der 4. Häutung, was eine allgemeine Eigenschaft der Smerinthinen ist; 2. durch die starke Größenzunahme, indem einzelne fast das Doppelte der Anfangsgröße dieses Stadiums vor der Verpuppung erreichen (34 u. 62 mm); 3. durch das Auftreten einer gelbgrünen und einer blaugrünen Varietät (Fig. 13 u. 15); daß dieses Merkmal bei *Sm. tiliae* erst im letzten Stadium auftritt, ist gegenüber seinem frühen Erscheinen bei andern Arten besonders bemerkenswert; auch sind die blaugrünen Exemplare immer in der Minderzahl vorhanden, ja, in einigen Bruten fehlten sie sogar ganz. Schließlich will ich hier nur kurz erwähnen, daß in diesem Stadium die eigentliche, endgültige Ausbildung der roten Flecken erfolgt.

Nach 10—20 Tagen beginnt eine auffallende Verfärbung der Raupen: die gelbe Chagrinierung schwindet allenthalben, verwischt sich; das Grün wird fahl, geht ins Graugrüne über, wovon besonders die Bauchseite des Tieres betroffen wird (Fig. 14); dann beginnt langsam ein brauner Ton die grüne Grundfarbe zu verdrängen, bis ein Stadium erreicht wird, wie es in Fig. 17 dargestellt ist; nun vollzieht sich der letzte Übergang zum rein rötlich-braunen Tier sehr rasch, etwa in 1—1½ Stunden. Die Schrägstreifen sind alle rötlich überhaucht, die roten Flecken sind ganz erhalten, nur heben sie sich nicht so deutlich wie vorher ab; das Horn hat, allerdings meist schon zu Anfang des Stadium V überhaupt, eine bläuliche bis schön blaue Farbe angenommen. Befinden sich die Raupen in diesem Zustande, so rennen sie unruhig umher und verkriechen sich fast sofort, wenn ihnen die Gelegenheit dazu gegeben wird.

Dauer des Stadiums V: 10—20 Tage.

Größe zum Schluß: 60—62 mm.

Die roten Flecken.

Weitaus die größte Mehrzahl aller von mir beobachteten *tiliae*-Raupen war gefleckt, nur zeigten die Flecken selber eine große

Variabilität, sowohl was ihre Größe und ihre Form anbelangt, als auch hinsichtlich der Zahl, in der sie auftraten. Immerhin lassen sich drei große Gruppen von *Sm. tiliae*-Raupen unterscheiden, die aber selbstverständlich durch allerlei Übergänge untereinander verbunden sind:

1. die ungefleckten, die gar keine Ablagerung von Rot längs den Schrägstreifen zeigen (Fig. 18); 2. die schwach gefleckten, die schmale, saumförmig ausgezogene Flecken haben, welche nicht an allen Schrägstreifen auftreten, so z. B. am 6. meist fehlen (Fig. 7, 9, 10); 3. die stark gefleckten Individuen; sie haben stets Flecken an allen Schrägstreifen tragenden Segmenten und zwar in Form von Tropfen oder birnförmige usw., kurz breite ausgesprochene Flecken, keine Säume (Fig. 13, 14, 17).

Einige Übergänge zwischen diesen 3 Hauptformen zeigen die nebeneinander gestellten Figg. 9—12.

Alle diese verschiedenen Fleckungen traten im allgemeinen bei allen Bruten auf, und zwar, was den Zeitpunkt in der Entwicklung anbetrifft, meist im IV. Stadium, doch können sie schon zum Schluß des III. Stadiums erscheinen; ist das der Fall, so pflegen sie sich schon nach der dritten Häutung in einem Maße zu verstärken, wie es in den meisten Fällen erst nach der vierten Häutung zu geschehen pflegt; im V. Stadium können, wenn auch selten, die Flecken erscheinen, sie sind aber meist klein, und die betr. Raupen entsprechen dem schwach gefleckten Typus.

Zum Vergleich stelle ich die Zahlen der einzelnen Typen für die verschiedenen Bruten zusammen:

Brut	ungefleckt	schwach gefl.	stark gefl.
I	1	7	19
II	4	14	9
III	14	44	38
IV	1	9	3
V	1	8	7
VI	5	7	3
VII	3	18	—
VIII	2	16	—
IX	—	45	37
X	10	36	14
XI	1	8	5
XII	—	11	2
12 Bruten:	42	223	137
in %	ca. 10,4	55,5	34,1

Das Verhältnis zwischen den Hauptformen schwankt also recht bedeutend, am konstantesten hält es sich bei den ungefleckten, die,

wie man sieht, stets eine verschwindende Minderheit bilden. Die übrigen Raupen verteilen sich in einem zugunsten der schwachgefleckten verschobenen Verhältnis auf die beiden Hauptformen der gefleckten Raupen; allerdings läßt sich eine schematische Scheidung kaum durchführen, und es ist in manchen zweifelhaften Fällen schließlich der Willkür des Beobachters überlassen, ob er die Raupe zu Typus I oder II der gefleckten Individuen rechnen will.

Ich gehe nun an die Beschreibung der Flecken, wobei ich sofort bemerken will, daß wir es hier bloß mit einer Fleckenreihe zu tun haben, die über den Schrägstreifen auftritt; niemals habe ich auch nur Andeutungen von rot um die Stigmen oder auf der Unterseite der Streifen gesehen. Die Flecken treten gewöhnlich als schmale rote Streifen, ja nur als dunkle Schatten am gelben Schrägstreifen auf, etwa in der Mitte desselben, eher ein wenig nach oben verschoben, so daß die Subdorsale, wenn sie noch vorhanden wäre, entweder über den untern Teil des Rots hinwegziehen oder gerade seine untere Grenze bilden würde. Die Farbe ist nie ausgesprochen rot, sondern meist ein dunkles rotbraun bis schwarzbraun oder ein lichter Ocker (Fig. 7 u. 10). Wenn die Flecken schon im III. Stadium auftreten, sind sie hier stets an den 7. Schrägstreifen, der vom Horn ausgeht, gebunden; erscheinen sie aber erst im IV. oder V. Stadium, so können sie auf einmal an allen Streifen, ausgenommen den 6., zutage treten; diese Tatsache scheint darauf hinzudeuten, daß die Flecken im III. Stadium eine neue Errungenschaft darstellen, die fürs erste bloß den einen Streifen betrifft, während ihr Auftreten im IV. Stadium im Laufe der Phylogenese sich schon an allen Streifen fixiert hat; ein ähnliches partielles Rückwärtsschreiten eines Merkmals in der Ontogenese werden wir bei *Sph. ligustri* wiederfinden. Auffällig ist die Verkümmerung des 6. Streifens, der, wie in der allgemeinen Lebensbeschreibung schon erwähnt wurde, im IV. Stadium sehr undeutlich werden kann und jetzt auch beim ersten Auftreten der Flecken stets übergangen wird. Wenn ein Flecken an ihm vorhanden ist, so ist er sicher erst zum Schluß des Stadiums oder gar nach der nächsten Häutung erschienen.

Die Flecken können sich im Laufe eines Stadiums nicht nur verstärken, was immer der Fall ist, sondern auch um neue Flecken vermehren, gleichgültig ob es sich um das III. oder IV. Stadium handelt; im III. Stadium, wo zuerst nur der 7. Streif den Flecken trug, pflegen sie zum Schluß des Stadiums gleichzeitig am 1. bis

5. Streifen zu erscheinen (Fig. 7). Bei einer Brut traten bei der Hälfte der Raupen die Flecken erst im V. Stadium auf und auch hier am 1.—5. und 7. Streifen; sie blieben im Verlaufe des Stadiums darauf beschränkt. Gewöhnlich zeigt sich nach der nächsten Häutung eine auffallende Verstärkung der Flecken, die, wie schon erwähnt, meist das V. Stadium betrifft. Es ist ersichtlich, daß das im Zusammenhang stehen muß mit der starken Größenzunahme in diesem Stadium; die Flecken wachsen aber nicht bloß proportional zur Körpergröße, sondern vielmal stärker, so daß ihre Ausbreitung nicht allein durch die mechanische Ausdehnung beim Wachsen des Körpers erklärt ist.

Selten nur bleiben die roten „Flecken" auf dem Streifenstadium stehen, sondern sie werden nach der Häutung zu runden bis ovalen, birn- oder tropfenförmigen, echten „Flecken" (Fig. 8, 13 usw.). Dabei können sie entweder auf die Lage am gelben Streifen beschränkt bleiben (Fig. 16) oder aber sich über diesen ausbreiten (Fig. 13) oder ihn schließlich ganz überdecken (Fig. 13 der 7. Streifen); das letztere ist selten, häufiger ist der zweite Fall, womit dann eine zarte Rötung des gelben Streifens Hand in Hand gehen kann. Auch die Intensität des Rots kann sehr verschieden sein: vom blassen Zinnober (Fig. 8) zum dunklen Karminrot (Fig. 13) gibt es viele Übergänge. Einige Male konnte ich feststellen — es handelte sich dabei stets um stark gefleckte Exemplare —, daß die Rotfärbung von zwei Zentren ausging, d. h. daß eigentlich an jedem Streifen bei diesen Individuen zwei Flecken zu einem verschmolzen: Der untere Hauptfleck und ein sekundärer oberer Fleck, der stets viel heller war und nur in diesen paar Fällen auftrat (Fig. 8 u. 13). Bei einer sehr stark gefärbten Raupe konnte ich noch einen 8. Flecken auf dem 3. Segment beobachten, der uns zeigt, daß die Tendenz vorhanden ist, die Fleckung nach vorne weiter auszudehnen. Nur einmal beobachtete ich ferner, daß die roten Flecken nicht ein Ganzes bildeten, sondern durch die Ringelung der Segmente in einzelne rote Teilflecken zerlegt wurden (Fig. 16); ähnlich gestaltete Flecken bildet Poulton bei einer *Sm. populi*-Raupe ab.

Was das Verhältnis von Grundfarbe und Fleckung anbetrifft, das bei *Sm. ocellata* eine so große Rolle spielt, so glaubte ich zuerst auch hier die Tatsache festlegen zu können, daß die blaugrünen Individuen selten und schwächer gefleckt seien als die gelbgrünen; für die erste von mir beobachtete Brut galt das jedenfalls, doch fand ich bei den andern Bruten unter den blaugrünen Individuen

mehrere mit ausgesprochen starker Fleckung, so daß ich meine Beobachtungen nur so formulieren kann, daß die blaugrüne Varietät meist schwächer gefleckt sei und daß sich unter ihr die meisten ungefleckten Individuen fänden. Beim Braunwerden der Raupen bleiben die roten Flecken, wie gesagt, unverändert.

Zusammenfassung.

1. Subdorsale: erscheint im I. Stadium am 3. Lebenstage als ziemlich breiter weißlich-gelber Streifen und verstärkt sich zum Schlusse des Stadiums; schon im Anfang des II. Stadiums verliert sie ihre Bedeutung vollkommen und verschwindet zum Schlusse dieses Stadiums oder aber sicher zu Anfang des III.

2. Längsstreifen unter der Subdorsalen: nicht vorhanden.

3. Schrägstreifen: treten im I. Stadium am 3. Lebenstage kurz nach der Subdorsalen auf, stets bloß in 7-Zahl, werden aber erst im II. Stadium wirklich deutlich; im III. Stadium gewinnen sie noch bedeutend durch die dunkle Grundierung; der 7. dominiert, der 6. ist der schwächste und häufig ganz verkümmert; so bleiben sie bis zum Schlusse der Entwicklung.

4. Grundfarbe: Stadium I gelblich-grün, Stadium II helleres und dunkles Gelbgrün, Stadium III Ausgleich zu einem mittlern gelbgrünen Typus, Stadium IV dasselbe, Stadium V Auftreten einer blaugrünen Varietät, zum Schluß Übergang zur braunen Grundfarbe.

4. Rote Flecken: nur eine obere Reihe; erstes Auftreten im (III.) IV. (V.) Stadium am 7. Streifen allein oder an allen außer dem 6.; Vermehrung und Verstärkung meist nach der nächsten Häutung. Weitaus die größte Mehrzahl (90%) der untersuchten Raupen war (schwach oder stark) gefleckt.

Smerinthus ocellatus.

Die 12 zum Teil sehr individuenreichen Bruten, die zur Beobachtung gelangten, gediehen leider nicht so gut wie die andrer Arten, 2mal traten Epidemien auf, die in kurzer Zeit alle Raupen einer Brut vernichteten; da es sich aber beide Male um Tiere handelte, die kurz vor der Verpuppung standen, so litten die Resultate der Beobachtung keinen Schaden dabei. Die bei dieser Art besonders verbreitete Gewohnheit des gegenseitigen Abfressens des Schwanzhornes konnte auch durch reichliche Darbietung frischen Futters nicht genügend eingedämmt werden, und die betroffenen Raupen gingen an Blut-

verlust zugrunde. Als Futterpflanzen kamen Salix helix, cinerea und viminalis zur Verwendung. Ich gebe zunächst eine zusammenfassende Lebensbeschreibung der Art, um dann erst auf individuelle Verschiedenheiten und solche der einzelnen Bruten einzugehen.

Stadium I.

Die Räupchen sind beim Ausschlüpfen 5—6 mm groß und von einer klaren gelblich-grünen Farbe, mit schönem roten Afterhorn (diese rote Farbe, die noch vor dem Auskriechen durch die Eischale hindurch gut erkennbar ist, gibt dem Beobachter willkommenen Aufschluß über die Zeit des Ausschlüpfens, doch sah ich häufig, daß auch solche scheinbar vollkommen ausgebildete Räupchen das Ei nicht verließen, sondern darin zugrunde gingen). Mit dem Mikroskop betrachtet (Vergr. 40 : 1) zeigen die jungen Räupchen sofort bei Verlassen des Eies sowohl Subdorsale wie 7—8 Schrägstreifen; die erste besteht aus einer fortlaufenden Reihe deutlich voneinander getrennter Punkte, 2 auf jedem Segment, und ist, wie die Schrägstreifen, die meist nur auf Segment 5—11, selten auch auf Segment 4 auftreten, von einer hellgelben Farbe (Fig. 19). Die ganzen Tiere sind mit einem Pelz von dichtstehenden, aber kurzen und sehr feinen Haaren bedeckt, die am Ende geteilt sind; das Horn läuft ebenfalls in 2 Spitzen aus.

Im Laufe des Stadiums nimmt die Zeichnung an Deutlichkeit sehr zu, besonders tritt die Subdorsale auf Segment 1—4 hervor, während sie auf den übrigen Segmenten schon jetzt gegenüber den Schrägstreifen an Bedeutung verliert; das „8." Streifenpaar auf dem 4. Segment zieht stets bloß bis zur Subdorsalen, nicht über sie hinweg (Fig. 20) und ist, wie gesagt, nur in seltnen Fällen zu beobachten. Ein anderes Zeichnungselement, das wir bei *Sm. populi* regelmäßig finden werden, erscheint bei *Sm. ocellatus* nur ausnahmsweise: auf Segment 1—3 jederseits ein weißer Punkt, wo auf den andern Segmenten die Schrägstreifen zu beginnen pflegen.

Dauer des Stadiums I: 3—5—7 Tage.

Größe zum Schlusse des Stadiums I: 9—11 mm.

Stadium II.

Kurz nach der ersten Häutung ist die Subdorsale noch auf allen Segmenten zu sehen (Fig. 21), doch bald beginnt sie hinten blasser zu werden, um auf dem 7.—10. Segment ganz zu verschwinden und auf Segment 4—6 durch die jetzt mit aller Macht

auftretende Chagrinierung recht verwischt zu werden; auf den drei vordersten Segmenten bleibt sie völlig deutlich. Die Schrägstreifen, wie auch der vorderste Abschnitt der Subdorsalen, werden nach der Häutung ganz plastische, deutlich begrenzte gelbe Linien, die schmäler erscheinen als auf dem vorigen Stadium, wo sie verschwommen und nicht so geradlinig konturiert waren. Etwa in der Mitte dieses Stadiums wird die dunkle Grundierung der Schrägstreifen, die sich schon zu Anfang feststellen ließ, wirklich deutlich und hebt auf diese Weise die Streifen um ein Bedeutendes. Das 8. Streifenpaar geht bei den meisten in der weißlichen Chagrinierung verloren, doch bei einigen wenigstens erhält es sich und kann als solches noch in spätern Stadien erkannt werden. Zu beiden Seiten des Rückengefäßes verläuft je eine weiße Dorsallinie, aus reihenförmig angeordneten Chagrinkörnchen bestehend; sie beginnt am Horn und zieht bis zum 8. Streifenpaar, um sich hier in der allgemeinen Chagrinierung zu verästeln und zu verschwinden. Von ihr nehmen die Schrägstreifen ihren Ursprung, so daß ihre beiderseitigen Anfänge oben bloß durch das Rückengefäß, das eine dunkle Linie darstellt, getrennt sind. Der 7. Schrägstreifen ist bedeutend stärker als die übrigen.

Die Grundfarbe ist im allgemeinen dasselbe gelbliche Grün, doch lassen sich bei manchen Exemplaren schon Farbenveränderungen zum Blaugrünen hin feststellen (Fig. 26—28). Der Kopf ist dreieckig, *Smerinthus*-artig geworden, hat zwei gelbe Grenzlinien erhalten, die oben in je einem roten Fleck endeten. Der Körper hat an Dicke zugenommen. Er ist zum Schluß des Stadiums rund-walzenförmig. Das Horn ist dunkel violettrot (Fig. 21). Schon in diesem Stadium können rote Flecken über der Subdorsalen und an den Stigmen auftreten, wie Fig. 21 zeigt; des genauern darüber s. unten.

Dauer des Stadiums II: 4—7—10 Tage.

Größe zum Schluß: 14—16 mm.

Stadium III.

Am bezeichnendsten für dieses Stadium ist, daß die meisten Raupen ihre Grundfarbe ändern: der gelbe Ton schwindet ganz aus dem Grün und macht einem graublauen Platz, der die Farbe der ältern Weidenblätter auffallend gut kopiert. Dementsprechend ändert sich auch das Gelb der Schrägstreifen in ein Crème bis reines Weiß; bei der Subdorsalen ebenfalls. Auffallend war es, daß die Subdorsale, die auf dem letzten Stadium ausnahmslos nur noch

vorn erhalten war, kurz nach der zweiten Häutung in ihrer ganzen Länge sich wieder erkennen läßt, um jedoch alsbald wieder zu verschwinden. Die blaugrünen Exemplare sind dank ihrer weißen Chagrinierung wie mit Schimmel überzogen; ich glaube, dieser Vergleich gibt das tatsächliche Verhalten am besten wieder (Fig. 25); nur ihr Kopf hat eine mehr grasgrüne Farbe bewahrt, und die beiden Grenzlinien sind auch gelber als die übrige Zeichnung. Die gelbgrünen Tiere sind in Färbung und Zeichnung durchaus *tiliae*-ähnlich und in verschwindender Minderzahl vertreten, häufig in einer Brut von 20—30 Tieren bloß eine gelbgrüne (Fig. 22).

Über die dunkle Grundierung der Schrägstreifen muß ich hier noch einiges nachholen: sie ist jetzt deutlicher geworden und beschränkt sich dabei häufig auf das obere Ende der Streifen, zieht also von ihrem Beginn bis zur ideellen Schneidungsstelle mit der Subdorsalen; auf der untern Hälfte kommt sie auch zur Ausbildung, doch nie so ausgeprägt wie oben. Auf der hintern Seite der untern Hälfte dagegen läßt sich auch eine dunklere Schattierung des Grün nachweisen, wenn auch selten und nicht bei allen Bruten. Bei den wenigen Exemplaren, die ein „8." Streifenpaar zeigen, ist für gewöhnlich auch die Subdorsale noch auf dem 4.—6. Segment zu erkennen. Das Horn ist häufig ganz weiß, kann aber auch gelblich bis bläulich sein, schließlich trägt es noch dazwischen die rote Granulierung auf seiner Vorderfläche.

Dauer des Stadiums III: 5—7—10 Tage.

Größe zum Schluß: 19—27 mm.

Stadium IV.

Dieses Stadium unterscheidet sich kaum von dem vorigen, die Chagrinierung wird von Tag zu Tag stärker, so daß manche Raupen fast grauweiß erscheinen, so sehr überdeckt die Chagrinierung den blaugrünen Grundton. Die Schrägstreifen nehmen jetzt an Deutlichkeit bedeutend ab, sie werden farblos-glashell, wie das auf Fig. 25 deutlich hervortritt; nur der letzte vom Horn ausgehende erhält sich deutlich, ja er zeigt häufig einen zarten rosa oder violetten Anflug; all das bezieht sich auf blaugrüne Raupen, während die gelbgrünen, die bedeutend häufiger rote Flecken zeigen, im Anschluß an die Beschreibung dieser letzten geschildert werden sollen. Auf dem Kopfe ist das rote Doppelhörnchen noch gut erhalten.

Dauer des Stadiums IV: 5—8 Tage.

Größe zum Schluß: 30—37 mm.

Stadium V.

Jede Raupe in diesem Stadium läßt sich von andern Stadien sofort durch den hörnchenlosen Kopf unterscheiden: die beiden verlängerten Warzen, aus denen das Hörnchen bestand, haben sich ganz abgeflacht, zum Teil sogar ihre rote Farbe verloren und sind in den beiden gelben Grenzlinien des Kopfes aufgegangen. Die verschiedenen Farben-Varietäten dieses Stadiums zeigen die Figg. 26—28 in hinreichender Weise, so daß ich auf eine Beschreibung verzichten kann. Einen Unterschied in der Färbung gegen früher finden wir in den Stigmen, die fast stets eine mehr oder weniger dunkel- oder hellrote Umsäumung zeigen; ebenso hat auch das Horn seine Farbe verändert: es ist meist schön intensiv blau oder wenigstens stark bläulich-grün (Fig. 27), seltner ist die gelbgrüne helle Farbe (Fig. 28), und nur einmal fand ich ein Horn, das auffallend grasgrün gefärbt war.

Nachtragen möchte ich, daß schon seit dem Stadium III eine Ablagerung von Rot in den Extremitäten begann, die jetzt zum Schluß der Entwicklung entweder noch ihre rote Farbe behalten oder aber sie in grauschwarz übergeführt haben (Fig. 23, 29, 30).

Kurz bevor die Raupen in die Erde kriechen, verändern sie — allerdings in geringem Maße — ihre Farbe: Die Chagrinierung geht stark zurück, die Farbe wird fahl graugrün, die Schrägstreifen gehen in ihrer Deutlichkeit noch zurück.

Dauer des Stadiums V: 10—20 Tage.

Größe zum Schluß: 60—70 mm.

Die roten Flecken und andere individuelle Besonderheiten.

Vor allem muß ich die Seltenheit der Exemplare mit roten Flecken betonen und führe als Beweis die Zahlen für die einzelnen Bruten an:

Brut	Gesamtzahl	Gefleckte
I.	20	2
II.	15	1
III.	15	—
IV.	35	7
V.	45	1
VI.	35	4
VII.	20	1
VIII.	60	4
IX.	12	—
X.	75	—
XI.	60	—
XII.	50	6
12 Bruten	442 Raupen	davon 26 = 5,88 % gefleckt

Die Flecken konnten schon im Stadium II oder III auftreten, das gewöhnliche war jedoch ihr Erscheinen im IV. Stadium, in einem Fall wurden sie noch im V. ausgebildet.

Da wir von einer „obern" Fleckenreihe sprechen können und von einer „stigmalen", so behandle ich die beiden für sich. Auf der stigmalen traten die Flecken ziemlich gleichförmig auf dem 4. bis 11. Segment zutage, bei etwa 75% der gefleckten Raupen; weiter vorn waren sie selten, nur etwa 33% zeigten sie. Die Flecken bestanden hier in einer mehr oder weniger konzentrischen Ausbreitung des Rots um die Stigmen. Das Stigma selbst ist für gewöhnlich weiß, kann aber zart rosa oder ockerfarben erscheinen, jedenfalls ist es stets von zwei feinen dunkelroten bis fast schwarzen Linien umsäumt; bildet sich nun ein Fleck um das Stigma, so breitet sich diese rote Farbe der Grenzlinien auf der umgebenden grünen Grundfarbe mehr oder weniger intensiv aus (Fig. 29, 31). Daß die Stigmen mit ihren Grenzlinien allein schon als dunkle Flecken erscheinen können, ersieht man aus Fig. 27, doch sind bloß dank diesem Umstand gefleckte Individuen von mir nicht mit unter die 26 gezählt worden, da sie nicht das typische Merkmal der „gefleckten" zeigten, nämlich die Verdrängung der Grundfarbe durch eine andere. Bei 5 Exemplaren konnte eine ununterbrochene Stigmalfleckenreihe festgestellt werden (Fig. 23), im allgemeinen waren aber diese Flecken weniger intensiv als die der obern Reihe, zu deren Besprechung ich mich jetzt wende.

Hier lagen die Flecken stets an der ideellen Schneidungsstelle der Schrägstreifen mit der Subdorsalen, ideellen deshalb, weil einerseits die Subdorsale meist schon verschwunden war, wenn die Flecken auftraten, andrerseits weil auf den vordersten Segmenten dazwischen wohl Flecken und eine Subdorsale, aber keine Schrägstreifen vorhanden waren. In diesem nach oben und vorn offnen Winkel lagen die relativ kleinen, meist kreisrunden bis leicht ovalen Flecken von hellbrauner (Fig. 30) bis dunkel rotbrauner, roter, ja schwarzer Farbe; sie unterbrachen oder aber schlossen die dunkle Grundierung der Schrägstreifen ab (Fig. 29, 31). Was ihre Verteilung auf die einzelnen Segmente anbetrifft, so trugen das 4.—7. Segment am häufigsten solche, auch die Kombination dieser 4. Segmente war die Regel (90—95%); nicht selten kam auch das 8. Segment hinzu (75%). Auf den übrigen Segmenten waren die Flecken selten (25—33%), ja, auf dem 1. Segment konnte ich sie nur ein einzigesmal beobachten und zwar bei einer Raupe, die die Flecken auf sämtlichen Seg-

menten sowohl oben als unten zeigte (Fig. 23). Fast ausnahmslos trugen die Raupen, die in der Stigmallinie auf Segment 4—11 Flecken hatten, solche auch oben auf dem 4.—6. Segment; das war, kann man sagen, die gewöhnliche Art der Fleckung.

Auf das Verhältnis von Grundfarbe und Fleckung, auf das schon Poulton hingewiesen hat, möchte ich noch eingehen. Von den 26 gefleckten Raupen waren bloß 2 von der blaugrünen Varietät, alle übrigen ausgesprochen gelbgrün (vgl. Figg.). Andrerseits waren wiederum die meisten gelbgrünen Raupen, besonders in einzelnen Bruten, rot gefleckt. Hieraus scheint ein Zusammenhang von gelbgrüner Grundfarbe und Fleckung sich zu ergeben, der für allgemeine Schlüsse von Wichtigkeit ist. — Um kurz noch andere individuelle Verschiedenheiten hervorzuheben, will ich erwähnen, daß bei einigen Individuen der Schrägstreifen des 4. Segments sich nach vorn auf das 3. Segment fortsetzte und hier mit einem Längsstreifen in Verbindung trat, der parallel der Subdorsalen unter ihr vom Kopf bis zum 3. Segment sich hinzog; dieses gegenseitige Verhalten tritt uns bei *Sm. populi* häufig entgegen (Fig. 56). Daß das 8. Streifenpaar manchmal bis ins letzte Stadium erhalten bleibt, erwähnte ich schon; von einem „9." habe ich bei dieser Art nichts entdecken können, obgleich ich — auf Poulton's Angabe hin — ein gut Teil der Tiere daraufhin untersucht habe.

Zusammenfassung.

1. Subdorsale: sie ist schon bei den ausschlüpfenden Räupchen vorhanden, nimmt im Stadium I an Deutlichkeit zu, um jedoch schon im II. Stadium hinten auf Segment 7—10 zu verschwinden, auf Segment 4—6 sehr undeutlich zu werden; im Stadium III kann sie kurz nach der Häutung etwas deutlicher werden, verschwindet jedoch im weitern Verlauf dieses Stadiums von Segment 4—10 vollständig, auf Segment 1—3 bleibt sie bis zum Schluß der Entwicklung sichtbar.

2. Längsstreif unter der Subdorsalen: sehr selten, sein Auftreten habe ich leider nicht beobachtet, doch ist er kurz nach der dritten Häutung jedenfalls schon vorhanden.

3. Schrägstreifen: treten am 1. Lebenstage auf, Anzahl 7—8, kann sich im Laufe der Entwicklung auf 7 reduzieren; zum Schluß des II. Stadiums dominiert schon der 7. Streif; die dunkle Grundierung tritt im II. Studium auf, und zwar entweder bloß oben vorn oder auch hinten unten oder schließlich vorn längs dem ganzen Streifen.

4. Grundfarbe: Stadium I — gelblich-grün, Stadium II — im allgemeinen dieselbe, bei einigen schon Neigung zur blaugrünen Varietät, Stadium III — allgemeiner Übergang zur blaugrünen Färbung, nur wenige behalten die ursprüngliche gelbgrüne; endgültige Varietäten s. Fig. 26—28.

5. Rote Flecken: eine obere und eine Stigmalreihe; Auftreten im (II., III.) IV. (V.) Stadium, häufigste Kombination: oben Segment 4—7, unten 4—11, beides zusammen ergibt die gewöhnliche Art der Fleckung. Von allen untersuchten Raupen waren bloß 5,88 % gefleckt, und von diesen zeigten weitaus die meisten (über 90 %) eine gelbgrüne Grundfarbe.

Sphinx ligustri.

Meine Beobachtungen erstrecken sich auf 5 Bruten, die zum Teil sehr große Individuenzahlen wie 75 und 100 aufwiesen, zum Teil aber auch stark unter Krankheiten litten und durch diese dezimiert wurden. Da bei dieser Art die roten resp. violetten Streifen einen integrierenden Bestandteil jeder Ontogenese bilden, kann ich ihre Betrachtung nicht gesondert durchführen, sondern muß sie in die allgemeine Lebensbeschreibung eingliedern.

Stadium I.

Beim Ausschlüpfen sind die Räupchen 5—6 mm groß, von gelblich-grüner Farbe und dicht mit Borsten besetzt (Fig. 32); ihr überaus langes Horn, das etwa $^2/_3$ der Körperlänge hat, ist zu Anfang hellgrün, wird jedoch schon im Laufe der 1. Stunde schwarz; es ist ebenfalls über und über mit schuppenartigen Borsten bedeckt und am Ende zweispitzig. Die Anordnung der Borsten, die auf warzenförmigen Erhebungen der Haut stehen, zeigen die Textfiguren A und B; sie ist von Wichtigkeit für die später auftretende Zeichnung, und ich will sie daher genauer beschreiben. Ich muß bemerken, daß diese Warzen und die zugehörigen Borsten nur mit dem Mikroskop bei einer Vergrößerung von 40 wahrgenommen werden können. Wir betrachten die Raupe von der Seite: 3 Warzenreihen sehen wir vor uns: 1. eine obere, die ganz nahe am Rückengefäß hinzieht, sie besteht auf dem 1. Segment aus 2 getrennten Warzen mit je 1 Doppelhaar, und diese Anordnung finden wir auf Segment 4—10 wieder; auf Segment 2 und 3 ist dagegen nur je 1 Warze vorhanden, die aber 2 Höcker mit je 1 Doppelhaar hat, so daß es

klar ist, daß diese 2höckrige Warze aus der Verschmelzung zweier gewöhnlichen Warzen, wie wir sie auf den übrigen Segmenten treffen, hervorgegangen ist. 2. Die mittlere Warzenreihe, die auf jedem Segment 1 Warze mit Doppelhaar zeigt, beginnt vorn etwas höher, um sich nach hinten langsam zu senken. 3. Die unterste Reihe hat auf Segment 1—3 je 2, weiterhin je 3 unregelmäßig verteilte Warzen. Auch auf dem Kopf und dem Aftersegment sind die Warzen regellos verstreut.

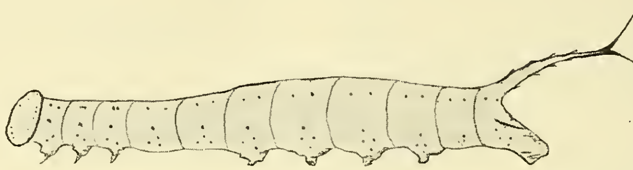


Fig. A.
Junge Raupe von *Sphinx ligustri* von der Seite, I. Stadium.

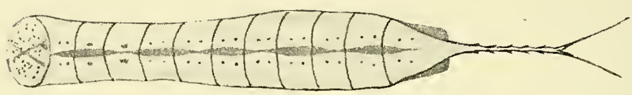


Fig. B.
Junge Raupe von *Sphinx ligustri* von oben, Stadium I.

An den 2 ersten Lebenstagen zeigen die Räupchen durchaus keine Zeichnung, erst am 3. Tage ist folgende Veränderung wahrzunehmen: zwischen der obern und der mittlern Warzenreihe ist die Grundfarbe in fortlaufendem Strich bedeutend heller geworden; wo die mittlere Warzenreihe auf dem 1.—3. Segment sich der obern nähert, zieht der helle Streifen über die Warzen hinweg, sonst bleiben sie ganz unbeeinflußt vom Hellerwerden der Grundfarbe. Auch erscheint das ganze Feld zwischen der dunklen Rückenlinie (das durchschimmernde Gefäß) und diesem hellen Streifen heller als der übrige Körper, aber nicht so ausgesprochen weißlich wie der erwähnte helle Streifen, der ohne Zweifel die erste Anlage der Subdorsalen darstellt. Erst am nächsten, also 4. Lebenstage treten die Schrägstreifen in 7-Zahl am 4.—10. Segment auf, ihre Lage kann folgendermaßen genau beschrieben werden: sie beginnen bei der vordern Warze der obern Reihe eines Segments, ziehen über die Segmentgrenze hinweg zur Warze der mittlern Reihe des nächst-

vordern Segments, um bei der vordersten Warze der untern Reihe zu enden; sie finden aber außerdem an ihrem Beginn eine (später deutlicher werdende) Fortsetzung nach oben zu, parallel dem Rückengefäß, oberhalb vorbei an der hintern Warze der obern Reihe und endigen hier an der Segmentgrenze, so daß im Grunde jeder Schrägstreif sich über genau 2 Segmente erstreckt. Ich betone, daß diese Schrägstreifung erscheint, ehe auch nur eine Spur von andern Warzen vorhanden ist als die der 3 erwähnten Reihen; von diesen aber haben nur die wenigsten Warzen Anteil an der Bildung der weißen Zeichnung. Sehr bald allerdings, 1—2 Tage nach Ausbildung der ganzen Zeichnung, kann man feststellen, daß auf den einzelnen Schrägstreifen und auf der Subdorsalen eine fortlaufende Reihe von Warzen steht (Fig. 48a u. b): auf jedem „Annulus" gehört 1 Warze zum Schrägstreif resp. zur Subdorsalen; zur selben Zeit jedoch treten diese Warzen, die ja nichts anderes sind als die Chagrinkörnchen, auch auf der ganzen grünen Körperoberfläche auf. Es scheint mir daher, als ob hier das Weißwerden der Grundfarbe das Primäre und das Erscheinen der Warzen das Sekundäre sei.

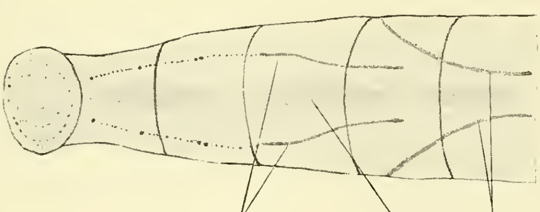


Fig. C.
Vorderste Segmente einer Raupe von *Sphinx ligustri* zum Schlusse des I. Stadiums. *dg* Dorsalgefäß. *1. Strp* 1. Streifenpaar. *8. Strp* 8. Streifenpaar.

Am 5. Lebenstage hat sich die Zeichnung ein wenig verstärkt, ebenso wird, wie schon hervorgehoben, die allgemeine Chagrinierung allmählich deutlicher; ein „8." Streifenpaar tritt auf und stellt sich, von oben gesehen, so dar, wie Textfig. C es zeigt. Die Subdorsale liegt, wenn man das Tier von der Seite betrachtet, genau an der Stelle, wo die Schlaglichter hinfallen müssen, die die Rundung des Körpers angeben, dies wird besonders deutlich, wenn man eine Raupe ohne Subdorsale neben einer mit solcher ansieht.

Dauer des Stadiums I: 6—8 Tage.

Größe zum Schluß: 11—15 mm.

Stadium II.

Kurz nach der ersten Häutung ist das Horn zart karminrot, mit kleinen schwarzen Borsten besetzt, doch nach kurzer Zeit wird es wieder gleichförmig schwarz. Die Grundfarbe der Raupe ist mehr gelb geworden, entsprechend der starken Zunahme der allgemeinen gelben Chagrinierung. Was die Zeichnung anbelangt, so hat die Subdorsale an Deutlichkeit gewonnen, wenn auch nicht viel, die Schrägstreifen sind nicht mehr blaßweiß, sondern haben einen wärmern gelben Ton erhalten, der sie mehr hervortreten läßt, nur das 8. Streifenpaar bleibt nach wie vor recht unscheinbar. Den drei primären Warzenreihen ist die Bedeutung, die sie im Stadium I hatten, vollkommen verloren gegangen, sie sind nicht größer als die sonstige Chagrinierung. Die ganze Raupe erinnert zu Anfang dieses Stadiums sehr an gleichaltrige *ocellatus*-Raupen, nur daß bei diesen die Kopfform mehr typisch dreieckig ist, während *Sph. ligustri* noch allgemein die runde Jugendform zeigt (Fig. 34).

Im Verlaufe des Stadiums verändert sich die Raupe stark: die Subdorsale verschwindet fast vollkommen auf Segment 4—10, während sie auf dem 1.—3. Segment gut erhalten bleibt; die Schrägstreifen treten sehr deutlich hervor, sie sind gelber geworden und haben eine dunkle Grundierung erhalten; die Nachschieber und Pedes spurii werden bei einigen Raupen rötlich-braun, bei andern bloß dunkel; der Kopf ist spitzer geworden und trägt zwei gelbe Grenzlinien; und in diesem Stadium zeigen die Raupen auch zum ersten Male die typische Sphinxstellung. Eine solche Raupe zum Schluß des II. Stadiums zeigt Fig. 38.

Dauer des Stadiums II: 4—7 Tage.

Größe zum Schluß: 17—18 mm.

Stadium III.

Der Kopf hat an Größe zugenommen, ist spitzdreieckig geworden; die Subdorsale ist bloß auf Segment 1—3 noch zu sehen, weiter hinten deuten ein paar stärkere gelbe Warzen ihre ursprüngliche Ausdehnung und Lage an; die Schrägstreifen sind breiter geworden, vor allem aber hebt sie die dunkle grüne Grundierung deutlich hervor; die auf Textfig. C angegebene Zeichnung der vordern Segmente, gebildet durch das 8. Streifenpaar und seine lyraförmige Fortsetzung nach vorn, ist plötzlich sehr deutlich geworden; das Horn ist glänzend schwarzbraun; die Grundfarbe, die kurz nach der

Häutung heller war als vorher, wird bald dunkler, saftiger grün (Fig. 39).

Im weitern Verlauf dieses Stadiums können die roten Säume an den Schrägstreifen erstlich erscheinen, nur ein einziges Mal konnte ich feststellen, daß die roten Säume s o f o r t nach der zweiten Häutung auftraten und zwar an allen Segmenten zugleich. Ob sie bei ihrem ersten Auftreten regelmäßig das eine oder andere Segment bevorzugen, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, denn meistens erschienen diese roten „Borten“ zu gleicher Zeit an allen 7 Streifen des 4.—10. Segments; wenn einmal, was aber jedenfalls nicht die Regel ist, einige Segmente sie früher zeigten als die andern, so waren es stets das 4. und 10. Segment. Über dem 9. Streifenpaar, das die dunkle Grundierung doch deutlich zeigte, ist nie eine Rötung der Grundfarbe zu bemerken, vermutlich weil es bloß bis zur Subdorsalen reicht, nicht bis unter dieselbe; denn die roten Säume treten stets unterhalb der Stelle auf, wo die Subdorsale die Schrägstreifen schneiden müßte (Fig. 39). Bei genauerer Betrachtung zeigen sämtliche Raupen von einer bestimmten Größe (20—21 mm) an die Flecken, nur können sie so schattenhaft angedeutet sein, daß sie mit bloßem Auge gar nicht, mit der Lupe schwer wahrgenommen werden. Bei manchen Raupen verändert sich das Gelb der Schrägstreifen an der dem Rot anliegenden Stelle in Crème. Schon im Stadium II ist ein Längsstreif unter der Subdorsalen aufgetreten, der aber damals sehr undeutlich blieb (Fig. 38), jetzt wird er zwar deutlicher, spielt aber bei der Zeichnung nie eine große Rolle.

Dauer des Stadiums III: 5—8 Tage.

Größe zum Schluß: 23—24 mm gestreckt.

Stadium IV.

Die Tiere zeichnen sich nach der 3. Häutung dadurch aus, daß ihre Zeichnung außerordentlich plastisch wird, teils durch Dunklerwerden der grünen Schatten, teils (bei einigen Individuen) durch die Zunahme des Rots. Die Grundfarbe ist ein gelbes Grün, die Chagrinierung sehr deutlich. Das Horn ist kurz nach der Häutung hellrot, wird aber bald am Ende dunkel glänzend schwarzbraun mit seitlichen Übergängen ins rötlich-gelbe. Bei vielen Exemplaren erleidet der Kopf die größte Veränderung in diesem Stadium durch das Auftreten von breitern oder schwächern, deutlichern oder verschwommenen, tiefschwarzen oder grauen, kurz sehr variablen Bändern,

die hinter den gelben Linien des Kopfes liegen und eine Einfassung desselben bilden (Fig. 40). Übrigens traten diese schwarzen Bänder bei einer auch sonst sehr dunklen Raupe schon im III. Stadium auf, unter allen beobachteten Raupen der einzige Fall. Auch über den Pedes spurii wird Schwarz abgelagert und das Rot dadurch verdrängt.

Noch sind (bei den frischgehäuteten Tieren) dunkle und helle Varietäten nicht mit Sicherheit zu konstatieren: Die Grundfarbe ist überall die gleiche und nur das stärkere oder schwächere Vorhandensein von roten Streifen läßt die zukünftige Trennung vermuten. Die roten Streifen haben sich, besonders auf dem 4. und 10. Segment, längs dem Gelb ausgezogen; der 6. Streif ist fast immer der schwächste. Die Subdorsale ist auf Segment 1—3 noch erhalten. Im Laufe des IV. Stadiums erreichen die allmählich ins violette übergehenden roten Streifen ihre untere Grenze in der Ausbreitung längs dem Gelb, die mit der Segmentgrenze zusammenfällt; nach oben zu gehen sie in den grünen Schatten über und reichen hier nicht ganz bis zur Segmentgrenze. Je größer die Raupen werden, desto mehr beginnt die Chagrinierung sich zu verwischen und zwar durch Verflachung der Warzen.

Zum Schlusse des Stadiums lassen sich helle und dunkle Individuen deutlich unterscheiden (Fig. 41 u. 42): die hellen Exemplare haben matt-lila Streifen, längs denen das Gelb reiner weiß geworden ist; nach unten zu werden die Streifen etwas dunkler violett, was dadurch bedingt ist, daß die ganze Unterseite der Raupe bis zu den Stigmen inklusive dunkel saftgrün ist, die Oberseite dagegen hell gelbgrün, ein Unterschied, der recht auffallend ist; Subdorsale und 8. Streifenpaar sind vollständig verschwunden. Die dunklen Exemplare (Fig. 42) zeigen den Unterschied von Ober- und Unterseite weniger deutlich, da bei ihnen auch die Oberseite das Gelb stark verloren hat und rein grün erscheint; dementsprechend sind auch die Fortsetzungen der Schrägstreifen, die nicht von Rot begleitet sind, hier nicht gelb, wie bei den hellen Exemplaren, sondern crèmefarben bis weiß. Die farbigen Säume sind rotbraun oder rotviolett, am häufigsten aber dunkelviolett; an den Pedes spurii grauschwarze Flecken. Bei einigen Bruten überwogen entschieden die dunklen, bei andern die hellen Exemplare; bei den dritten standen sich beide annähernd gleich. Für die dunkelsten Individuen muß ich noch Folgendes hinzufügen: die ursprünglichen weißen Schrägstreifen nehmen gegenüber den violetten „Säumen“ stark an

Bedeutung ab, indem die letzten besonders unten häufig mit ihrer Farbe auf die erstern hinübergreifen und sie dadurch stark beeinträchtigen; außerdem tritt am untern und vordern Ende der weißen Streifen, auf ihrer hintern (dem After zugekehrten) Seite ein fast schwärzlicher, dunkel violetter Fleck auf und zwar auf dem 8., 9., 10. Segment; über diesen Fleck und das vorerwähnte dunkle Ende des violetten Saumes hinaus setzt sich der ursprüngliche Schrägstreif in einigen hellen Warzen auf das nächste Segment fort.

Dauer des Stadiums IV: 8—10 Tage.

Größe zum Schlusse: 36—38 mm gestreckt.

Stadium V.

Ich beschreibe zunächst die Raupe, wie sie kurz nach der 4. Häutung aussieht (Fig. 43).

Die frisch gehäuteten Tiere sitzen lange Zeit (mehrere Stunden), wenn sie nicht gestört werden, in gestreckter Stellung auf einem Fleck, um nach der Häutung zu trocknen und sich zu erholen. Das Horn ist auffällig groß und zart fleischrot und glänzend, hat keine Warzen mehr oder nur sehr geringe Andeutungen von solchen; es ist zu dieser Zeit selbständig beweglich, sowohl Stärke der Krümmung als auch relative Stellung zum Körper kann sich spontan ändern, und das Tier ist gegen Berührungen desselben besonders an der etwas dunklern Spitze sehr empfindlich: es werden sofort heftige Abwehrbewegungen des ganzen Vorderkörpers ausgelöst, während die Raupe sonst vollkommen unbeweglich ist und auf Berührungen des übrigen Körpers nur mit schwachen Bewegungen des Kopfes und und selten der Thoracalsegmente reagiert. Die schwarzen Bänder am Kopf sind verschwunden; die Chagrinierung sehr undeutlich geworden, bei genauerm Zusehen ist sie noch vollkommen vorhanden, nur sehr abgeflacht; bei den dunklen Exemplaren ließ sich ein 8. und in einigen Fällen sogar ein „9.“ Streifenpaar auf diesem Stadium unterscheiden.

Die violetten Säume sind meist dunkel violett und verdrängen stark das Weiße; in seinem ganzen Verlauf ist das Violett noch außerdem dunkelgrün grundiert, in der Mitte am schwächsten, oben stärker und unten sehr stark; die Flecken der Hinterseite sind dunkel graugrün. Verhältnismäßig rasch ändern sich die Farben nach der Häutung: im Laufe von etwa 2 Stunden ist das rote Horn erst graugrünlich, dann dunkelgrün, schließlich tief schwarz und glänzend geworden; gegen Berührung ist es durchaus unempfindlich. Das breite schwarze Band um den Kopf tritt allmählich auf: die

Grundfarbe an jener Stelle wird dunkler und dunkler, bleibt auf einem fahlen dunklen Grün eine Zeitlang stehen und wird dann tief schwarz, doch eher matt als glänzend. Die Chagrinierung verschwindet ganz, und von allen Warzen haben sich nur als untere Fortsetzungen der gelben Streifen auf Segment 5—10 je 3 weiße linear angeordnete Chagrinkörnchen erhalten. Die ursprünglich gelben, jetzt weißen Streifen sind breiter und daher deutlicher als zu Anfang dieses Stadiums und nur vom 8. resp. 9. Streifenpaar ist nichts mehr zu sehen.

Was die violetten Streifen anbetrifft, so haben sie sich bei den hellen Individuen nur wenig verändert: sie sind bedeutend breiter geworden, haben eine etwas spindelförmige Gestalt und reichen genau von Segmentgrenze zu Segmentgrenze (Fig. 44). Ganz anders gestaltet sich die Sache bei den dunklen Exemplaren (Fig. 45 u. 46). Das Violett dunkelt hier noch ein wenig nach, vor allem aber bilden sich die dunklen schwarzgrünen Schatten am untern Ende der Streifen mächtig aus: sie überfluten gewissermaßen das Violett unten, so daß wir neben dem Weiß direkt das Schwarz liegen haben, nach oben aber zieht sich durchs Violett ein mehr oder weniger breiter schwarzer Streifen bis zur hintern Segmentgrenze; auch der Fleck auf der hintern Seite des weißen Streifens kann sehr große Dimensionen annehmen und reicht dann von der Segmentgrenze bis zum Stigma; ja die beiden schwarzen Flecke können zusammenfließen und das Weiß vollkommen überdecken (Fig. 45). Der hintere Fleck findet sich in der Regel nur auf Segment 4—10, doch können nicht kleine Spuren von ihm auch auf Segment 11 erscheinen. Ferner zeigt der weiße Streifen auf seiner hintern Seite, oberhalb des Stigmas, nicht selten einen ziemlich deutlichen violetten Anflug, und dieser erscheint, obgleich ein weißer Streifen fehlt, auch auf dem 11. Segment nahezu regelmäßig; dies dürfte vielleicht ein weiterer Beweis sein für Poulton's Ansicht von einem ursprünglichen „8." Abdominalsegment, welches vor dem Aftersegment läge.

Mit zunehmender Größe der Raupen verschwindet die genaue Abgrenzung der einzelnen Flecken und Streifen, sie gehen alle mehr oder weniger ineinander über (Fig. 46), so daß das Violett stark durchs Schwarzgrau der Flecken verdeckt wird. Die gelben obern Ausläufer der Schrägstreifen sind kaum, ihre grüne Grundierung gar nicht mehr wahrzunehmen, letztere wohl deswegen, weil sie der ganzen übrigen, glatten Oberfläche der Raupe entspricht, ein Be-

weis mehr für die Richtigkeit der POULTON'schen Ansicht über die Entstehung der grünen Grundierungen.

In einer Brut, wo die dunklen Individuen stark in Überzahl waren, kamen Raupen vor, die kaum noch an eine typische Liguster-Raupe erinnerten (Fig. 47), so sehr war die grüne Grundfarbe durch die sich mächtig ausbreitenden schwarzen Flecken verdrängt; auch das Violett der ursprünglichen farbigen Säume war nahezu verschwunden, so daß man den Eindruck einer schwarzen Raupe mit weißen Streifen hatte. Die Grenzgebiete zwischen den Resten der grünen Grundfarbe und dem Schwarz waren rotbraun, und im Verlauf des Lebens überdeckte schließlich diese Farbe das Grün vollständig; sie entsprach genau dem braunen Ton der Verfärbung vor der Verpuppung, so daß man mit einem gewissen Recht von einem besonders frühen Auftreten dieser Verfärbung sprechen könnte. — In dieser Brut fanden sich alle Übergänge zwischen einer gewöhnlichen Raupe und dem abgebildeten extrem dunklen Exemplar.

2—3 Tage nach der 4. Häutung beginnen die Raupen kolossal zu wachsen; ihr Körper wird rund walzenförmig und nimmt an Durchmesser ganz bedeutend zu, so daß der Kopf, der etwa auf seiner Anfangsgröße dieses Stadiums stehen bleibt, zuletzt klein erscheint und von den Thoracalsegmenten um ein beträchtliches überragt wird (Fig. 49). Kurz bevor die Raupen in die Erde kriechen, ist eine schwache Braunfärbung zu konstatieren, die aber bloß die Oberseite betrifft und überhaupt nicht die Rolle spielt wie bei *Sm. tiliae* z. B.

Dauer des Stadiums V: 7—14 Tage.

Größe zum Schlusse: 65—75 mm.

Zusammenfassung.

1. Subdorsale: erscheint am 3. Lebenstage (im I. Stadium) als breiter unscharf begrenzter Streif über der mittlern Warzenreihe, nur auf Segment 1—3 die Warzen derselben in sich aufnehmend. Im II. Stadium ist sie deutlicher ausgeprägt, doch nie eigentlich sehr stark; schon zum Schluß dieses Stadiums oder spätestens zu Anfang des III. ist sie auf Segment 4—10 verschwunden; auf Segment 1—3 erhält sie sich teilweise bis ins V. Stadium hinein, um im Anfang desselben zu verschwinden.

2. Längsstreif unter der Subdorsalen: kann im II. oder III. Stadium auftreten, ist aber nie von Bedeutung.

3. Schrägstreifen: Treten am 4. Lebenstage (im I. Stadium)

in 7-Zahl auf, am 4.—10. Segment, aber nicht im Anschluß an die vorhandenen Warzen, sondern bloß teilweise dieselben verbindend, am 5. Tage ein 8. Paar. Im I. Stadium werden sie gelber und hierdurch deutlicher, zum Schlusse hebt sie auch die auftretende dunkle Grundierung; im III. Stadium wird beides, Streif und Grundierung, noch verstärkt; im Anschluß an das Erscheinen des roten Saumes werden die Schrägstreifen weißer, was im IV. und V. Stadium noch zunimmt.

4. Grundfarbe: I. Stadium gelblichgrün; II. Stadium — gelber, III. Stadium — grüner, IV. Stadium dunkle und helle Varietät; V. Stadium — dasselbe noch ausgeprägter bis zur Ausbildung fast schwarzer Individuen.

5. Rote Streifen: Erstes Auftreten zum Schluß, selten zu Anfang des III. Stadiums; im IV. Stadium Entwicklung zu lila Säumen in heller und dunkler Varietät; im V. Stadium ausgeprägte breite Streifen, die bald hell violett, bald durch verschiedene Flecken, die sich auf ihnen ausbreiten, dunkelviolett sein können oder sogar ganz grauschwarz erscheinen.

Smerinthus populi.

Von dieser Art stand mir ein besonders reichhaltiges Material zur Verfügung, da ich eine Menge Bruten zwecks Versuchen über Vererbung (die weiter unten in einem besondern Kapitel behandelt sind) züchten mußte und an jeder von ihnen die Ontogenie nachprüfen konnte.

Stadium I.

Bei einer Betrachtung der jungen Räupchen mit bloßem Auge ist auf den Ausschlüpfenden nichts von einer Zeichnung zu bemerken, und erst mit Hilfe des Mikroskops gelang es mir festzustellen, daß die ganze Zeichnung, bestehend aus der Subdorsalen und 7 Schrägstreifen, schon vorhanden ist; die Subdorsale verbindet sich auf dem 11. Segment mit dem letzten Schrägstreif und mündet mit ihm gemeinsam auf dem hellgelben Horn aus (Fig. 50). Da die Zeichnung rein weiß ist, die Grundfarbe ein sehr helles Gelbgrün darstellt, so ist der Kontrast zwischen beiden gering und das Übersehen der Zeichnung durch die bisherigen Beobachter verständlich. Auf den ersten 3 Segmenten, die keine Streifen tragen, sind bei einigen Exemplaren weiße Punkte, auf jedem Segment jederseits einer, vorhanden. Im weitern Verlauf dieses Stadiums verstärkt sich die

Zeichnung und wird dazwischen durch einen weißen Punkt auf Segment 4, das ja nur unten den Streifen trägt, vervollständigt (Fig. 51). Kurz vor der 1. Häutung tritt jederseits auf den 3 vordern Segmenten unter der Subdorsalen ein Längsstreifen auf, der über dem 3. Brustfuß beginnt, nach vorn und etwas nach oben zieht und am Kopf endet; die Segmentgrenzen teilen ihn in 3 Längsflecken (Fig. 51). Der Kopf ist etwas spitzer geworden und trägt 2 gelbe Grenzlinien.

Dauer des Stadiums I: 7—8 Tage.

Größe zum Schlusse: 15 mm.

Stadium II.

Nach der 1. Häutung ist der Kopf bedeutend mehr dreieckig geworden, *Smerinthus*-ähnlicher; die Chagrinierung, die schon zum Schlusse des Stadium I deutlicher wurde, ist jetzt stark ausgeprägt, so daß die nicht chagrinierte Mittellinie des Rückens als dunkler Streif auffällt, mehr noch als vorher, wo sie durch das Herz allein markiert war. Die hellen Punkte auf Segment 1—4 sind verschwunden. Der erste und der letzte Schrägstreifen haben gegenüber allen andern sehr an Stärke gewonnen; die ganze Zeichnung hat einen gelben Ton bekommen, wie auch das Grün gelblicher geworden ist. Die Subdorsale nimmt auf dem 4.—10. Segment im Laufe dieses Stadiums stark an Deutlichkeit ab, ja kann, wie Fig. 52 zeigt, hier ganz verschwinden, während sie sich auf Segment 1—3 noch deutlich erhält. Der 1. Schrägstreif geht unten vorn in die Stigmale ohne Unterbrechung über und bildet so eine Linie mit ihr, auf deren Bedeutung ich später noch eingehen muß. Am Grunde des Horns ist eine rötlich granulierte Stelle aufgetreten, das Horn selbst ist gelb geblieben.

Dauer des Stadium II: 6—7 Tage.

Größe zum Schlusse: 15—21 mm.

Stadium III.

Nach der 2. Häutung wird der Kopf noch ausgesprochener *Smerinthus*-ähnlich, die Chagrinierung ist zwischen dem Kopf und dem 1. Schrägstreifen besonders plastisch geworden, die Sichtbarkeit der Subdorsalen, die bloß auf Segment 1—3 noch zu bemerken ist, stark dadurch beeinträchtigend; über den Brustfüßen wird rot abgelagert, ein wenig später auch über den Bauchfüßen. Bei einigen Raupen sind rote Flecken aufgetreten, über den Schrägstreifen oder den ihnen entsprechenden Stellen, stets in dem Winkel, den die

Schrägstreifen mit der nicht mehr sichtbaren Subdorsalen bilden würden; sie sind fast genau kreisrund und von einer dunkel rotbraunen Farbe; die gefleckten Exemplare werden in ihrer weitern Entwicklung besonders besprochen. Bei den meisten Raupen ist gleich nach der 2. Häutung eine dunkle Grundierung der gelben Streifen aufgetreten (Fig. 53), die bei den gefleckten Tieren durch den Fleck unterbrochen wird. Die Dicke der Tiere nimmt in diesem Stadium besonders stark zu: der Körper wird rund walzenförmig. Die Länge des Horns ist sehr variabel: einige haben einen bloßen Stummel (nicht abgefressen!!), nicht wenige ein sehr kurzes, die meisten allerdings eines von 4 mm Länge.

Dauer des Stadiums III: 5—9 Tage.

Größe zum Schlusse: 25—30 mm.

Stadium IV.

Nach der 3. Häutung hat der Kopf an Größe stark zugenommen und die typische *Smerinthus*-Form erhalten (Fig. 55): Die Chagrinierung ist sehr deutlich, besonders um die roten Flecke häufig zu kleinen Höfen vereinigt (Fig. 55). Die gelbgrüne Farbe ist mehr grau geworden, weniger intensiv; die gelbe Zeichnung wird wieder heller crèmefarben. Die meisten zeigen eine typische Ruhestellung (Fig. 56), die den „Vorteil" der untern Längslinie ausnützt. In dieser Stellung verläuft nämlich die Stigmale genau parallel den Schrägstreifen, wodurch eine einheitliche Zeichnung erreicht wird, die die Rippen eines Blattes vollkommen nachahmt, als wenn die Stigmale in einer die Schrägstreifen schneidenden Richtung verliefe. Die Subdorsale ist vollkommen verschwunden; zu Anfang dominieren entschieden noch der erste und letzte Schrägstreif, doch nehmen im Verlauf des Stadiums die mittlern Schrägstreifen an Stärke zu, so daß der Unterschied fast schwindet (Fig. 56) oder jedenfalls bedeutend geringer wird (Fig. 58). Im allgemeinen lassen sich 2 Farbenvariationen der grünen Grundfarbe unterscheiden, die häufigere gelbgrüne und die nicht gerade seltene blaugrüne; extreme Beispiele dafür stellen die Figg. 58 und 56 dar, eine helle Zwischenstufe Fig. 57, es sind aber noch mehr Übergänge vorhanden.

Allen beobachteten Bruten war es gemeinsam, daß sie nun im IV. Stadium schon zur Verpuppung schritten, ohne eine 4. Häutung durchgemacht und die gewöhnliche Größe von 80--90 mm erreicht zu haben; die Tiere maßen alle, kurz bevor sie in die Erde krochen,

Übersichtstabelle der 10 Bruten.

No.	Abstammung des ♀	Zeichnung des ♀	Abstammung des ♂	Zeichnung des ♂	Datum der Copulation	Eiablage	Gesamtzahl	Gefleckte Raupen in %	Zahl der Gefleckten, die ihre Flecken wieder verloren
I.	Brut 1 vom Sommer 1909 mit 20% gefleckten	gefleckt	Brut 1 vom Sommer 1909 mit 20% gefleckten	gefleckt	1. u. 2./6.	2.—4./6.	55	58,1	4
II.	"	ungefleckt	"	ungefleckt	"	"	46	21,7	5
III.	"	"	"	"	"	"			
IV.	"	gefleckt	"	gefleckt	4. u. 5./6.	5.—9./6.	35	85,7	5
V.	"	ungefleckt	"	ungefleckt	"	"	40	0	0
VI.	Brut 3 vom Sommer 1909 mit 6% gefleckten	"	"	gefleckt	18. u. 19./6.	20./6.	30	10	0
VII.	"	"	Brut 3 vom Sommer 1909 mit 6% gefleckten	ungefleckt	19. u. 20./6.	20.—22./6.	20	15	3
VIII.	Brut 2 vom Sommer 1909 mit 62% gefleckten	gefleckt	Brut 2 vom Sommer 1909 mit 62% gefleckten	gefleckt	7. u. 8./7.	9.—12./7.	15	[13]	0
IX.	"	ungefleckt	"	"	14. u. 15./7.	16.—20./7.	20	15	0
X.	"	"	"	"	29. u. 30./7.	20./7.—2./8	40	0	0

48—53 mm; nur einige ereichten eine Größe von 60 mm, aber auch diese waren bloß 3mal gehäutet.

Dauer des Stadiums IV: 17—28 Tage.

Die Individuen mit roten Flecken.

Wir haben bei *Sm. populi*, wie bei *ocellatus*, 2 Reihen von Flecken zu unterscheiden: die einen treten über der Subdorsalen, auf der vordern Seite der Schrägstreifen auf und können auf Segment 1—10 vorkommen; die andern entstehen im Anschluß an die Stigmen, also sozusagen auf der untern Seite der Schrägstreifen. Erstere nenne ich (wie oben bemerkt) „obere" Flecken, letztere — Stigmalflecken. (Eine 3. Reihe von „Flecken", die den Brustfüßen und den Pedes spurii angehört, möchte ich nicht, wie es bei POULTON geschieht, als besondere Flecken bezeichnen, da sie allen Exemplaren gemeinsam sind, somit auch den sonst ungefleckten zukommen; da sie außerdem bei allen von mir untersuchten Arten, außer bei *Sm. quercus*, vorkommen, so spielen sie als Artmerkmal keine Rolle; ihre biologische Bedeutung liegt vielmehr darin, daß die Bewegungsorgane dunkler gefärbt werden als der übrige Körper, so daß der Schatten unter dem Tier nicht durch helle Extremitäten unterbrochen ist.)

I. Tabelle für Brut 2 (Sommer 1909) im II. Stadium.
Obere Flecken.

Raupen	Segmente										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	●	●	—	●	●	●	—	—	—	●	—
2	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
3	●	●	—	●	●	●	●	—	—	●	—
4	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
5	●	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
6	—	—	—	—	●	●	—	—	—	●	—
7	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
8	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
9	—	●	—	—	●	●	—	—	—	—	—
Summa	5	8	—	4	6	9	3	2	—	8	—

Im 1. Stadium habe ich rote Flecken nicht feststellen können; erst nach der 1. Häutung treten sie nicht selten auf, allerdings in recht verschiedener Zahl und Deutlichkeit, wie das ein Blick auf die Tabelle I zeigt. Ich habe hier als Beispiel eine möglichst typische Brut (No. 2 vom Sommer 1909) herausgegriffen, weil an ihr mancherlei

von allgemeiner Gültigkeit sich beobachten läßt: vor allem sehen wir, daß Segment 2, 6 und 10 weitaus am häufigsten Flecken aufweisen und daß daher die Kombination dieser 3 Segmente als gefleckte die gewöhnliche Art der Fleckung ist (Fig. 53), soweit es sich um das erste Auftreten derselben oder überhaupt um eine schwache Fleckung handelt; auch das absolute Fehlen der Flecken auf Segment 3 und 9 ist bezeichnend, da dies die Segmente sind, die bei einer Gesamtbetrachtung die geringste Fleckenzahl aufweisen. Was wir also nach dieser Tabelle über die Verteilung der Flecken aussagen können, gilt (mit wenigen Ausnahmen) allgemein und wäre folgendes: am häufigsten tragen Flecken Segment 2, 6, 10; weniger häufig Segment 1, 4, 5; selten Segment 7, 8; ausnahmsweise Segment 3, 9 (Segment 11 trägt nie obere Flecken!)

II. Tabelle für Brut II (Sommer 1909) im III. Stadium.
Obere Flecken.

Raupen	Segmente										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	●	●	—	—	●	●	—	—	—	●	—
2	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
5	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
6	●	●	—	●	●	●	●	—	—	●	—
7	—	●	—	—	—	—	—	—	—	●	—
8	●	●	—	●	●	●	●	—	—	●	—
9	—	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
10	●	●	—	●	●	●	—	—	—	●	—
11	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
12	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—
13	●	●	—	●	●	●	●	—	—	●	—
14	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—
Summa	7	10	1	7	8	13	6	3	1	11	—

Die Flecken sind im allgemeinen von rotbrauner, fahler Farbe (Fig. 53), können aber im Laufe der Entwicklung an Intensität zunehmen (Fig. 55) und den Ton ihrer Farbe vom rotbraunen zum rotvioletten hin verändern. Treten sie in der oben erwähnten gewöhnlichsten Kombination von Segment 2, 6 und 10 auf, so scheinen sie — wegen des weiten Auseinanderliegens — unregelmäßig verteilt (Fig. 53); wenn sie aber z. B. auf Segment 1, 2, 4—8 und 10 erscheinen, so bilden sie eine auffallende Reihe (Fig. 54). Ihre Zahl, in der sie zu Anfang des Stadiums auftraten, bleibt nur relativ selten

konstant, sondern nimmt bei fast allen Exemplaren bald zu, bald ab. Meine genauen, von Tag zu Tage fortgeführten Notizen geben z. B. für Brut No. I (Sommer 1910) an, daß von den 6 Exemplaren, die sofort nach der 1. Häutung Flecken zeigten, nicht ein einziges bis zur 2. Häutung konstant blieb, vielmehr wechselte bei allen die Fleckung von Tag zu Tag in positivem oder negativem Sinne; in andern Fällen behielten von 14 Raupen bloß 7 ihre Flecken, wie zu Anfang, usf. Es handelt sich also hier um Veränderungen während des Stadiums; aber auch die einzelnen Häutungen bringen starke Veränderungen mit sich: Man vergleiche etwa Tabelle I, II und III miteinander oder V und VI.

III. Tabelle für Brut II (Sommer 1909) im IV. Stadium.
Obere Flecken.

Raupen	Segmente										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—
2	●	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
3	—	●	—	●	—	●	—	—	—	●	—
4	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
5	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
6	●	●	—	●	●	●	●	—	—	●	—
7	●	●	●	●	●	●	●	—	—	●	—
8	●	●	—	●	●	●	●	—	—	●	—
9	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
10	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
11	●	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
12	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
13	—	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—
15	●	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
16	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
17	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
18	—	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa	9	15	2	7	6	16	6	4	1	15	—

IV. Tabelle für Brut II (Sommer 1909) im IV. Stadium.
Stigmalflecken.

Raupen	Segmente										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 (= 1 Tab. III)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2 (= 6 „)	—	—	—	●	●	●	●	●	●	●	●
3 (= 7 „)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4 (= 8 „)	—	●	—	●	●	●	●	●	●	●	●
5 (= 3 „)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6 (= 14 „)	—	—	—	—	●	●	●	●	●	—	—
Summa	3	4	3	5	6	6	6	6	6	5	5

V. Tabelle für Brut I (Sommer 1909) im III. Stadium. Obere Flecken.

Raupen	Segmente 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—
3	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
4	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
5	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
6	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—
8	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
9	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
10	●	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
11	—	●	—	●	—	●	—	—	—	●	—
12	—	●	—	●	—	●	—	—	—	●	—
13	—	●	—	—	—	—	—	—	—	●	—
14	●	●	—	●	●	●	●	●	●	●	—
Summa	4	11	—	5	3	12	3	3	1	12	—

VI. Tabelle für Brut I (Sommer 1909) im IV. Stadium Obere Flecken.

Raupen	Segmente 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	—	●	—	●	●	●	●	●	●	●	—
2	—	●	—	●	—	●	●	●	—	●	—
3	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
4	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
5	●	●	—	●	●	●	●	—	—	●	—
6	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—
7	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
8	●	●	—	●	●	●	●	●	●	●	—
9	●	●	—	●	●	●	●	●	●	●	—
10	—	●	—	●	—	●	—	—	—	●	—
11	—	●	—	—	—	—	—	—	—	●	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—
13	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
Summa	3	9	—	6	4	11	5	4	3	12	—

VII. Tabelle für Brut I (Sommer 1909) im IV. Stadium. Stigmalflecken.

Raupen	Segmente 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 (= 1 Tab. VI)	—	—	—	—	—	●	●	●	●	●	—
2 (= 2 „	—	—	—	—	—	●	●	●	●	●	—
3 (= 5 „	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—	—
4 (= 8 „	●	●	—	●	●	●	●	●	●	●	●
5 (= 9 „	●	●	—	●	●	●	●	●	●	●	●
Summa	2	2	—	2	2	4	4	5	4	4	2

Das Auftreten der Flecken ist aber nicht auf das II. Stadium beschränkt, sondern in vielen Fällen auf das III., ja auf das IV. verschoben; es vollziehen sich dann die gleichen Schwankungen in Zahl und Intensität der Flecken, wie sie oben für das II. Stadium beschrieben sind, auf entsprechend spätern Entwicklungsstufen, sie bieten aber sonst keine Verschiedenheiten von den erstbeschriebenen dar. Höchstens wäre zu erwähnen, daß im Stadium III auch sonst rote Pigmente am Körper der Raupe auftreten, so auf der Spitze des Kopfes und am After. Erst im IV. Stadium pflegen die Stigmalflecken sich auszubilden. Im Gegensatz zu den obern Flecken zeichnen sie sich durch eine recht gleichmäßige Verteilung auf die einzelnen Segmente aus (s. Tabelle IV u. VII); das geringe Übergewicht von Segment 4—11 resp. 6—10 ist zu wechselnd, als daß man hier von einer „gewöhnlichsten" Art der Fleckung sprechen könnte. Interessant ist es, daß der Meso- und Metathorax (Segment 2 u. 3), die ja keine Stigmen besitzen, gar nicht selten Stigmalflecken tragen, daß also ein Zeichnungselement, das sonst in auffallender Weise an ein morphologisches Gebilde, das Stigma, gebunden ist, durch Korrelation auf die genau entsprechende Stelle der stigmenfreien Segmente übertragen wurde. Sowohl an den obern wie an den Stigmalflecken habe ich beobachtet, daß sie bisweilen nur auf der einen Seite des Segments ausgebildet waren, daß, beispielsweise, eine Raupe nur einen Flecken auf der rechten Seite des Segments 6 (ein besonders häufiger Fall) besaß. Die Prozentzahl gefleckter Raupen in einer Brut wechselte außerordentlich: von 0 bis zu 85,7 %, doch werden wir auf diese Verhältnisse im nächsten Kapitel genau einzugehen haben, so daß ich mich hier auf diese kurze Angabe beschränken kann.

Zusammenfassung.

1. Subdorsale: Sie ist schon beim Auskriechen vorhanden, erhält sich durchs I. Stadium in ihrer ganzen Ausdehnung, verschwindet im II. Stadium von Segment 4—10 oder wird wenigstens ganz undeutlich, während sie auf Segment 1—3 noch gut zu sehen ist; im Stadium III ist sie hinten jedenfalls verschwunden und auch vorn undeutlich geworden; dem Stadium IV fehlt sie vollkommen.

2. Stigmallinie: Tritt auf zum Schlusse des I. Stadiums und bleibt während der ganzen Entwicklung erhalten.

3. Schrägstreifen: Schon beim Verlassen des Eies sind 7 vorhanden, im Stadium II verstärken sich der erste und letzte,

sie bleiben dominierend bis zum Anfang des IV. Stadiums, in dessen Verlauf der Unterschied sich stark verwischt. Im I. Stadium können auf Segment 1—4 weiße Punkte auftreten, die die Schrägstreifen hier vertreten, sie verschwinden schon im II. Stadium.

4. Grundfarbe: Stadium I — gelblich-grün, Stadium II noch gelber, Stadium III — dasselbe, Stadium IV — 2 Varietäten: gelb- und blaugrün.

5. Rote Flecken: Eine obere und eine Stigmalreihe vorhanden; die obere kann in verschiedener Ausdehnung schon im II. oder aber erst im III. ja IV. Stadium auftreten; die Flecken können sich im Laufe eines Stadiums oder jeweils nach den Häutungen vermehren oder auch vermindern; sie sind bei ihrem ersten Auftreten fahl und gewinnen im Laufe der Entwicklung viel an Intensität; sie sind für gewöhnlich kreisrund, können aber, besonders vorn auf dem 2. Segment, oval werden (Fig. 58). Sie treten am häufigsten auf Segment 10, 6 und 2 auf, am seltensten auf Segment 9 und 3. Die Flecken der Stigmalreihe treten erst im IV. Stadium auf und zeigen hinsichtlich ihres Auftretens an den einzelnen Segmenten lange nicht solche Schwankungen wie die der obern Reihe und sind im allgemeinen viel seltner als diese.

Versuche über die Erblichkeit der roten Flecken bei *Smerinthus populi.*

Aus der Beschreibung der Ontogenese dieser Art haben wir gesehen, wie variabel das Merkmal der roten Flecken hier ist: Bald hatte eine Brut sehr viele gefleckte Individuen aufzuweisen, bald nur wenige oder gar keine; einmal waren die Flecken auf einer Raupe zahlreich, ein andermal bloß vereinzelt zu finden; in hohem Grade wechselte auch die Intensität der Farbe: kurz, sowohl die ganzen Bruten unterschieden sich stark voneinander als auch die Individuen jeder Brut unter sich. Unter diesen vielen Variationen waren nun diejenigen weitaus die häufigsten, welche darauf hinzuweisen schienen, daß die rote Fleckung ein bei *Sm. populi* in Rückbildung begriffenes Merkmal sei: allgemeines Überwiegen der ungefleckten Individuen, schwache Intensität der Farbe, Auftreten der Flecken zu sehr verschiedenen Zeiten und Wiederverschwinden derselben in spätern Entwicklungsstadien. Als Ursache für eine solche Rückbildung könnte zweierlei in Betracht kommen: 1. sie erfolgt aus „innern“ Ursachen, zufolge einem in der Raupe wirksamen ortho-

genetischen Prinzip; hierfür finden wir aber gar keine Anhaltspunkte und werden dadurch zu einer vitalistischen Auffassung geführt, die uns nicht genügen kann; 2. oder aber das Merkmal der Fleckung wird von der Selektion beeinflußt und zwar in ungünstigem Sinne; wenn wir eine solche Wirksamkeit der Selektion glaubhaft machen können, ist viel für das Verständnis der Zeichnung der Raupe gewonnen. Erste Voraussetzung für die Selektion ist aber die Erblichkeit des Merkmals, und somit war mir mein Problem zunächst so gestellt: Sind die roten Flecken bei *Sm. populi* vererblich, und wie liegen die Verhältnisse des genauern bei der Vererbung? Können wir etwa hier die Mendel'schen Regeln in Anwendung bringen?

Ich gehe nun an die Schilderung der Versuche, die zur Entscheidung dieser Fragen von mir im Sommer 1910 angestellt wurden. — Im Sommer 1909 standen mir 3 Bruten zur Verfügung; eine mit 20% gefleckter Individuen, die andere mit 62% und die dritte mit 6%; zwecks der im folgenden Jahre auszuführenden Versuche wurden nun die gefleckten und ungefleckten Raupen jeder Brut sorgfältig geschieden und in getrennten Kasten zur Verpuppung gebracht. Als die Schmetterlinge im Früh- und Spätsommer 1910 ausschlüpften, wurden sie in den 3 möglichen Variationen gepaart:

1. gefleckt + gefleckt,
2. ungefleckt + ungefleckt,
3. ungefleckt + gefleckt.

Da die Schmetterlinge der 3 Gelege nicht alle zugleich ausschlüpften, so mußte ich, wenn ich eine möglichst große Zahl von neuen Bruten erhalten wollte, vor Inzucht nicht zurückschrecken, und so sind denn von den 10 Bruten des Sommers 1910 nicht weniger als 9 Inzuchtbruten; das tat jedoch weder der Zahl der abgelegten Eier noch der der ausschlüpfenden Räupchen noch schließlich der Gesundheit dieser letztern den geringsten Abbruch, im Gegenteil: die einzige Brut, die von Eltern aus verschiedenen Bruten abstammte (No. VI), war kränklich und gedieh schlecht. Ich erzielte auf diese Weise 10 Copulationen, die in die Zeit vom 1. Juni bis zum 30. Juli fallen; dieser große Zeitraum erklärt sich aus dem verschieden späten Ausschlüpfen der Schmetterlinge, doch bemerkte ich, daß die Zeit, wann sich die betreffenden Raupen im Vorjahre verpuppt hatten, ob später oder früher, ganz ohne Einfluß auf das Ausschlüpfen blieb, indem später verpuppte früh ausschlüpften und umgekehrt früh verpuppte zu den am spätesten auskriechenden ge-

hörten. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Spätlinge nicht eben so kräftig und gesund sind wie die Erstlinge, denn die aus jenen hervorgegangenen Bruten zeigten für gewöhnlich kleinere Individuenzahlen und eine größere Sterblichkeit der jungen Räupchen als die von den Erstlingen stammenden Gelege (eine Ausnahme hiervon macht Brut X mit 40 gesunden Individuen). Ich stelle zunächst die 10 Bruten zusammen, um Abstammung der Eltern, ihre Fleckung bzw. Nichtfleckung usw. zu zeigen (Übersichtstabelle s. S. 603).

Auf die 3 möglichen Variationen der Paarung verteilen sich demzufolge die Bruten folgendermaßen:

a) beide Eltern gefleckt: Brut I, IV, VIII;

b) beide Eltern ungefleckt: Brut II, III, V, VII;

c) ♀ ungefleckt + ♂ gefleckt: Brut VI, IX, X.

VIII. Tabelle für Brut I. Obere Flecken.

Raupen	Segmente										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	●	●	—	●	—	●	—	—	—	—	—
2	—	●	—	●	—	●	—	—	—	—	—
3	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
4	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
5	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
6	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
7	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
8	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
10	●	●	—	●	●	●	●	—	—	●	—
11	●	●	—	●	●	●	●	●	●	●	—
12	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
13	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
14	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
15	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
16	—	●	—	—	●	●	—	—	—	●	—
17	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—
18	●	●	●	●	●	●	●	●	—	●	—
19	—	●	—	—	—	●	●	—	—	●	—
20	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—
21	●	●	—	—	—	●	●	—	—	●	—
22	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
23	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
24	●	●	●	●	●	●	●	●	—	●	—
25	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
26	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
27	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
28	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
29	—	—	Flecken verloren!			—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	"	—	—	—	—	—	—	—
31	—	—	—	"	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	"	—	—	—	—	—	—	—
Summa	9	16	3	9	8	27	9	6	2	24	—

IX. Tabelle für Brut II und III. Obere Flecken.

Raupen	Segmente 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
2	—	●	—	—	—	●	—	—	—	—	—
3	—	●	—	—	—	●	●	—	—	●	—
4	●	●	—	—	—	●	●	—	—	●	—
5	—	●	—	—	—	●	●	—	—	●	—
6	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
7	—	●	—	●	●	●	—	—	—	●	—
8	●	●	●	●	●	●	●	●	—	●	—
9	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—
10	●	●	—	●	—	●	—	—	—	—	—
Summa	3	8	1	3	2	10	4	1	—	6	—

X. Tabelle für Brut IV. Obere Flecken.

Raupen	Segmente 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
2	●	●	—	●	●	●	●	●	●	●	—
3	●	●	—	●	●	●	●	—	—	●	—
4	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—
6	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
7	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
8	●	●	—	—	●	●	●	—	—	●	—
9	—	●	—	—	—	●	—	—	—	—	—
10	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
11	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
12	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—
13	●	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
14	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●	—
15	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
16	●	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
17	●	●	—	●	●	●	●	●	—	●	—
18	●	●	—	●	●	●	●	—	—	●	—
19	—	●	—	●	—	●	—	—	—	●	—
20	●	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
21	—	—	Flecken verloren!			—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	„	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	„	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	„	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	„	—	—	—	—	—	—	—
Summa	13	17	1	10	10	20	10	7	2	18	—

Es kam nun darauf an zu beobachten, ob irgendwelche ständige Unterschiede entsprechend diesen Variationen der Paarung an den Raupen hinsichtlich ihrer Fleckung sich feststellen lassen würden. Die Resultate, die sich bei dieser Untersuchung ergaben, sind des

genauern in den Tabellen verzeichnet (Tab. VIII—XIV), und ich kann mich daher hier darauf beschränken, die allgemeinen Schlüsse zu ziehen. Vorerst muß ich jedoch einiges bemerken, was für das Verständnis der Tabellen notwendig ist. Die Raupen von *Sm. populi* erhalten nämlich ihre Flecken im II., III. oder IV. Stadium ihrer Entwicklung, es verändert sich also das allgemeine Bild der Fleckung von Stadium zu Stadium; ich habe nun als Grundlage für die Aufstellung der Tabellen im allgemeinen das IV. Stadium gewählt, um einen gemeinsamen Ausgangs- und Beurteilungspunkt für alle Bruten zu haben; da aber — wie wir noch sehen werden — die Raupen ihre Flecken aus frühern Stadien in spätern wieder verlieren können, so war ich gezwungen, für einige Bruten (No. II, III und VII) ein früheres Stadium für die Tabelle zu verwenden, bei andern wieder (No. I, IV) einige früher gefleckte Raupen nun unter der Bezeichnung „Flecken verloren" anzugeben. Ferner wäre vorauszuschicken, daß ich Tabellen bloß für die obere Reihe von Flecken gebe, da die untern eine ganz untergeordnete Rolle spielen.

XI. Tabelle für Brut VI. Obere Flecken.

Raupen	Segmente										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
2	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
3	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
Summa	—	3	—	—	—	3	—	—	—	3	—

XII. Tabelle für Brut VII. Obere Flecken.

Raupen	Segmente										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—
3	—	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—

XIII. Tabelle für Brut VIII. Obere Flecken.

Raupen	Segmente										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
2	—	●	—	—	—	●	—	—	—	●	—
Summa	—	2	—	—	—	2	—	—	—	2	—

XIV. Tabelle für Brut IX. Obere Flecken.

Raupen	Segmente										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	●	●	●	●	●	●	●	●	—	●	—
2	●	●	●	●	●	●	—	—	—	●	—
3	—	●	—	—	●	●	—	—	—	●	—
Summa	2	3	2	2	3	3	1	1	—	3	—

Betrachten wir nun die gewonnenen Resultate näher, so lassen sich ohne Schwierigkeit folgende allgemeine Grundsätze aussprechen:

1. Die von gefleckten Eltern stammenden Bruten zeigen eine hohe Prozentzahl gefleckter Individuen, und jede dieser gefleckten Raupen hat im allgemeinen eine große Zahl von Flecken; letztere pflegen hier im Laufe der Ontogenese, wenn sie einmal aufgetreten sind, nur in relativ seltnen Fällen zu verschwinden. Hierher gehören Brut I, IV und VIII; bei den ersten beiden ist die Evidenz des aufgestellten Satzes ohne Frage, indem wir 58,1 resp. 85,7% gefleckter Individuen verzeichnen; sodann entfallen im Durchschnitt etwa 4,4 resp. 5,4 Flecken auf jedes Individuum, und nicht wenige Raupen finden wir, die 7 oder mehr Flecken tragen; drittens aber verlieren im 1. Falle bloß 4, im 2. bloß 5 Exemplare, also 12,5 resp. 20% ihre Flecken zum Schluß. Brut VIII kann ich bei meinen Betrachtungen leider nicht verwenden, da sie mir schon im 2. Stadium vollständig zugrunde ging, doch stand ihre Entwicklung bis zu diesem Punkte nicht im Widerspruch zu den andern Bruten von gefleckten Eltern.

2. Eine Abstammung von ungefleckten Eltern zeigt eine Beeinflussung der Nachkommen in der Richtung, daß entweder keine oder nur wenige gefleckte Individuen vorhanden sind, die Fleckung der einzelnen nicht stark ist und im Laufe der Entwicklung eine große Neigung zum Abblassen und gänzlichen Verschwinden zeigt. Sämtliche 4 hierhergehörigen Bruten bestätigen das Gesagte, indem sie Prozentzahlen der gefleckten Raupen, wie folgt, aufweisen: 21,7; 0; 15%, im Durchschnitt ca. 9,2%; hätte ich auch hier das IV. Stadium der Berechnung zugrunde gelegt, so wären die Prozentzahlen noch bedeutend niedriger ausgefallen, indem bei Brut II und III die Hälfte aller gefleckten Individuen, bei Brut VII gar alle ihre Fleckung im letzten Stadium wieder verloren. Auf die einzelne gefleckte Raupe kommen bei einer Durchschnittsrechnung 3,8 Flecken (Brut II und

III) oder nur ein Fleck (Brut VII), jedenfalls Zahlen, die hinter den für Fall 1 genannten weit zurückbleiben (etwa im Verhältnis von 2 : 1).

3. Es bleiben uns nun noch die Fälle „gemischter" Bruten, wo ein Elter gefleckt, der andere ungefleckt war; hier konnte sich unter Umständen zeigen, ob das eine Merkmal über das andere dominiere, so daß eine deutliche Verschiebung der Individuenzahl zu seinen Gunsten zu konstatieren wäre. Und das ist auch der Fall, indem hier ganz wie bei den Bruten ungefleckter Eltern die ungefleckten Individuen die gefleckten an Zahl bei weitem übertreffen, so daß letzte bloß etwa 8,3% der Gesamtzahl ausmachen; die Zahl ist noch um ein geringes niedriger als die für Fall 2 ermittelte, und wir können daher das Resultat über die Beobachtung der „gemischten" Bruten in folgenden Worten zusammenfassen: In Gelegen, die von einem gefleckten und einem ungefleckten Elter abstammen, zeigt sich ein starkes Überwiegen der ungefleckten Individuen, und zwar in einem solchen Maße, daß kein Unterschied zwischen diesen und den „rein ungefleckten" Bruten zu finden ist, der auf ein Geltendwerden des Merkmals „gefleckt" hindeutete.

Welche Antwort geben uns nun die Resultate unserer Versuche auf die oben gestellten Fragen?

1. Vor allem ist die Erblichkeit des in Frage stehenden Merkmals nachgewiesen, denn es wurde gezeigt, daß durch Paarung zweier gefleckten Individuen die Zahl der gefleckten Nachkommen erheblich gesteigert werden konnte. Daher ist die Selektion, wenn überhaupt, auf dieses Merkmal wirksam, und es könnte durch die Auslese die eine oder die andere Rasse, die gefleckte oder die ungefleckte, eliminiert werden. Zugleich konnten wir feststellen, daß die Vererbungskraft der ungefleckten Individuen ungleich größer ist als die der gefleckten; das ließ sich aus dem Verhalten der Bastarde zwischen gefleckter und ungefleckter Rasse entnehmen: die Prozentzahl der gefleckten Nachkommen konnte bis auf Null heruntergehen.

2. Die Frage nach der Anwendung der Mendel'schen Regeln auf die Vererbung der Flecken läßt sich eigentlich erst nach Beobachtung der 3. (F_2-) Generation beantworten; trotzdem will ich schon jetzt kurz darauf eingehen, da ich einerseits schon aus der F_1-Generation manche Schlüsse ziehen kann und andrerseits durch äußere Verhältnisse genötigt bin, die Arbeit schon jetzt dem Druck zu übergeben, ohne auf die Generation des nächsten Sommers warten zu können; die Resultate der Untersuchung derselben sollen dann

in einer besondern Arbeit veröffentlicht werden. Wenn wir einmal die Annahme machen wollen, die Vererbung gehe hier nach Mendel vor sich, so hätten wir als alternatives Merkmalspaar „gefleckt“ und „nicht gefleckt“ zu unterscheiden; von ihnen wäre (nach dem Resultate der Kreuzungen zu urteilen) das erste Merkmal rezessiv, das zweite dominierend. Betrachten wir nun, beispielsweise, wie der Fall für die Paarung zweier ungefleckten Individuen liegt; wir haben drei Möglichkeiten ins Auge zu fassen:

a) beide Eltern sind reine Homozygoten mit dem dominierenden Merkmal „nicht gefleckt“; ihre Nachkommen, die F_1- Generation, müßten dann durchweg ungefleckt sein, was wir in Brut V z. B. verwirklicht sehen;

b) der eine Elter ist Homozygot mit dominierendem Merkmal „nicht gefleckt“, der andere Heterozygot: F_1-Generation auch hier ausnahmslos ungefleckt, als Beispiel wiederum Brut V;

c) beide Eltern sind Heterozygoten: F_1-Generation muß aus 75 % ungefleckter und 25 % gefleckter Raupen bestehen: Damit stimmt annäherungsweise Brut II und III überein mit ihren 21,7 % gefleckter Individuen.

Unter keinen von diesen Fällen will Brut VII mit ihren 15 % passen, doch könnte man zu der Annahme seine Zuflucht nehmen, es läge bei der kleinen Individuenzahl dieser Brut (20) an Zufälligkeiten, die durch das Nichtausschlüpfen eines Teils der Räupchen hier mehr ins Gewicht fallen würden als bei an Zahl reicheren Zuchten.

Die Verhältnisse liegen bedeutend einfacher für die Paarung zweier gefleckten Individuen: da nur Homozygoten mit dem rezessiven Merkmal „gefleckt“ dasselbe offenbar machen können, so müssen alle gefleckten Raupen Homozygoten sein; folglich kann die aus ihnen hervorgehende F_1-Generation nur gefleckte Individuen enthalten, sollte man erwarten, statt dessen finden wir 58,1 oder 85,7 %, Zahlen, die den geforderten gar nicht entsprechen.

Paaren wir schließlich ein ungeflecktes und ein geflecktes Tier, so ist aus dem Vorhergehenden klar, daß letztes ein Homozygot sein muß mit dem rezessiven Merkmal „gefleckt“; der ungefleckte Elter kann entweder ebenfalls Homozygot, aber mit dem dominierenden Merkmal „nicht gefleckt“ sein, dann ist F_1 durchweg ungefleckt, oder aber er ist Heterozygot, dann zerfällt F_1 in 50 % gefleckter und 50 % ungefleckter Raupen; für den ersten Fall wäre Brut X ein gutes Beispiel, während die übrigen Bruten mit keiner von

beiden Möglichkeiten übereinstimmen: sie haben 10 und 15 % gefleckter Raupen.

Durch die vorstehenden Überlegungen werden wir zu dem Schlusse geführt, daß es sich in unserm Fall wohl nicht um Mendel'sche Vererbung handelt, trotz einiger Übereinstimmung mit derselben. Aber auch intermediäre Vererbung liegt nicht vor, denn die Intensität der Flecken nahm bei einer Kreuzung zwischen gefleckten und ungefleckten Tieren durchaus nicht ab, war sogar in Brut IX (Tab. XIV) eine auffallend starke. Dieser Umstand scheint wieder darauf hinzuweisen, daß wir es dennoch mit Mendel'scher Vererbung zu tun haben, allerdings nicht klar und unzweideutig, sondern durch Besonderheiten getrübt, wie das ja auch sonst in der Literatur nicht selten beschrieben ist. Schließlich wäre noch eine Möglichkeit ins Auge zu fassen, die die Vererbungsverhältnisse sehr kompliziert gestalten würde: Es scheint mir nämlich nicht ausgeschlossen, daß wir es nicht bloß mit einem alternativen Merkmalspaar zu tun haben, sondern daß mehrere Varietäten vorliegen: 1. nicht gefleckt, 2. auf Segment 2, 6 und 10 gefleckt, 3. auf Segment 2, 6 und 10 und andern Segmenten gefleckt. Die häufige Kombination der erwähnten 3 Segmente und das starke Überwiegen derselben über die andern könnten als Hinweise darauf gedeutet werden.

Ich möchte an dieser Stelle eine Tatsache hervorheben, die geeignet erscheint die Resultate der Zählungen zu trüben: nicht gerade selten (s. Übersichtstabelle) wurden Raupen beobachtet, die in den jungen Stadien das rezessive Merkmal der Fleckung besaßen, welches dann aber zum Schlusse der Ontogenese vom dominierenden Merkmal verdrängt wurde, indem die Flecken wieder verschwanden. Wir haben hier einen ähnlichen Fall vor uns, wie ihn Haecker (1908) für seine Axolotl-Kreuzungen beschreibt: es handelt sich dort um Albinos, die die rein weiße Farbe (rezessiv) zeigen sollten und in der Jugend auch zeigten, dann aber im Laufe von z. B. 1 ½ Jahren eine zunehmende Pigmentierung, d. h. das Überhandnehmen des dominierenden Merkmals, aufwiesen.

Smerinthus quercus.

Viel schwerer als die übrigen Smerinthinen lassen sich Vertreter des Eichenschwärmers in der Gefangenschaft zur Copulation bringen, und so kam es, daß ich im 1. Jahre gar keine, im 2. Sommer nur eine einzige Zucht bekam; zum Teil wird es wohl auch darauf

zu schieben sein, daß diese Art an ein bedeutend wärmeres Klima gewöhnt ist (Spanien, Dalmatien etc.) und daß die beiden letzten Sommer bei uns besonders regenreich und kühl waren. Ich muß es daher als ein Glück ansehen, daß ich mir von auswärts noch Eier verschaffen konnte, um so wenigstens an zwei Bruten die — meines Wissens — bisher noch unbeschriebene Entwicklung dieser Art zu verfolgen.

Die Eier sind im Verhältnis zu denen anderer Arten ganz enorm groß: sie messen im Längsdurchmesser 3,2 mm, quer 2,2 mm, sind also rund-oval und von einer gelbgrünen Farbe, die aber ins Leuchtendgrüne übergehen kann. Dank ihrer Größe ist es nicht schwer, das junge Räupchen in ihnen zu erkennen: es liegt bald kuglig aufgerollt, bald spiralig gewunden darin. Trotz genauester Betrachtung gelang es mir nicht, an der Innenfläche der Eischale eine präformierte Stelle zu finden, die fürs Durchnagen geeignete Angriffspunkte geboten hätte und wie man sie annehmen könnte, da ja das Durchbeißen der glatten und sehr harten Eischale mittels der Mandibeln nicht ohne weiteres verständlich erscheint; durch diese verschiedene Lage der Raupe aber, mit dem Kopf bald an einem Pol, bald an der Seite des Eies, wird die Existenz und der Nutzen einer solchen konstant vorhandenen Durchbruchsstelle illusorisch.

Stadium I.

Nach dem Ausschlüpfen, das etwa 10—14 Tage nach der Ablage stattfindet, pflegen die Raupen die Eischale zum größten Teile zu verzehren, und zwar geschieht das hier so regelmäßig wie bei keiner andern der von mir untersuchten Arten. Merkwürdigerweise bleibt das die einzige Nahrung, die die Räupchen bis zu ihrer 1. Häutung zu sich nehmen; trotzdem ich sie auf die frischesten Blätter setzte, wurden diese in der Regel gar nicht, in seltnen Fällen spurweise angefressen. Die Tierchen sind zu Anfang 8,5 bis 10 mm groß, übertreffen also andere junge Smerinthinen nahezu um das Doppelte ihrer Länge; auch das Schwanzhorn ist besonders lang und mißt etwa 3,5 mm, dabei von gelbbrauner Farbe, mit einer schön orangeroten, bifiden Spitze. Die Gesamtfarbe ist ein sehr helles, weißgelbes Grün, das der Mittelrippe der Eichenblätter genau entspricht; nach vorn zu werden die Segmente etwas dunkler, während der scharf abgesetzte, kleine runde Kopf wieder heller erscheint. Das 1. Körpersegment erhebt sich wie ein Kragen hinter dem Kopf und gibt dadurch der ganzen Raupe ein sehr charakteristisches

Aussehen (Fig. 59); es ist mit ausnehmend großen weißen Warzen versehen, während die Wärzchen des übrigen Körpers unscheinbar und nur längs der Subdorsalen in Einzahl jedem Segmente eigen sind. Die Subdorsale ist in vollständiger Länge, die Schrägstreifen in 7-Zahl sofort nach dem Auskriechen wahrnehmbar, infolge der hellen Grundfarbe aber nur unterm Mikroskop (Vergr. 40 : 1) zu erkennen. Wie andere verwandte Raupen zeigt auch *Sm. quercus* in diesem Stadium die Fähigkeit des Spinnens und zwar in so hohem Maße, daß die Raupe sich auf einer beliebigen Unterlage dank dem stark klebrigen Gespinst festhalten kann; ob das eine Anpassung an die besonders glatte Unterseite der Eichblätter ist, will ich dahingestellt sein lassen, da *Sm. populi* auf nicht minder glatten Blättern lebt und doch lange nicht so stark spinnt.

Schon nach einer auffallend kurzen Zeit, nach 2—4 Tagen, findet die 1. Häutung statt bei unveränderter Größe der Tierchen. Diese Kürze des I. Stadiums, der Umstand, daß die Tiere während desselben keine Nahrung zu sich nehmen, ferner ihre stattliche Größe beim Ausschlüpfen und die Größe der Eier: alles das scheint mir darauf hinzuweisen, daß ein Teil des I. Stadiums gewissermaßen noch im Ei durchlaufen wird, das deswegen größer, d. h. reicher an Nahrungsdotter, ist. Der Vorteil für die Räupchen ist offenbar: gerade in den ersten Lebenstagen, während des ganzen I. Stadiums sind sie von allen Witterungs- und Nahrungsverhältnissen außerordentlich abhängig und gehen unter ungünstigen, bekanntlich, besonders rasch zugrunde; dadurch, daß sie erst im „Vorstadium" zur 1. Häutung ausschlüpfen, sind sie von der Nahrung ganz unabhängig, denn während dieser Zeit pflegen die Raupen nie Nahrung zu sich zu nehmen, und gegen Unbilden der Witterung sind sie im hartschaligen Ei besser geschützt als in ausgeschlüpftem Zustande, dieser letztere ist aber auf ein Minimum von 2 (bis 4) Tagen reduziert, während er bei andern Arten 7—10 Tage beträgt.

Dauer des Stadiums I: 2—4 Tage.

Größe zum Schlusse: 9—10 mm.

Stadium II.

Die Häutungen gehen bei dieser Art meist in der Weise vor sich, daß gleich anfangs sich die Haut vom Schwanzhorn löst, und erst nach Verlauf von 1—2 Tagen erfolgt das Herunterstreifen der eigentlichen Haut des Gesamtkörpers. Nach der 1. Häutung sind die Raupen 11 mm lang; ihre helle Grundfarbe ist fast unverändert

geblieben, doch hat die Chagrinierung des ganzen Körpers zugenommen und ist besonders auf dem 1. Segment, welches immer noch über die andern hinausragt, hinter dem Kopf aber jetzt an Höhe zurückbleibt, schön ausgeprägt; durch sie ist die schwache Subdorsale ganz verdeckt worden, so daß diese nur bei sehr genauer Untersuchung mit einer Lupe andeutungsweise festgestellt werden kann; in einigen Fällen war die Subdorsale auf Segment 2 und 3 stärker als auf dem übrigen. Die Schrägstreifen sind plastischer geworden, doch bemerkt man auch sie mit unbewaffnetem Auge kaum. Der Kopf ist stark gewachsen und echt spitz — *Smerinthus*-förmig geworden; er trägt ein orangenes Doppelhorn, das bedeutend größer ist als bei den andern 4 Arten (Fig. 60).

Etwa um die Mitte dieses Stadiums zu haben die Raupen durch Dunklerwerden der Grundfarbe und dementsprechend stärkeres Hervortreten der Schrägstreifen ein Aussehen angenommen, das ungemein dem Stadium III von *Sm. tiliae* ähnelt (vgl. Fig. 5 u. 61); die Ähnlichkeit ist so groß, daß ein ungeübter Beobachter kaum auf die Unterschiede: die geringere Größe des Kopfes bei *Sm. tiliae* und die andersartige Färbung des Schwanzhorns, achten würde. Dieser „*tiliae*-Zustand" hält indes nicht lange an, sondern wird durch den Beginn eines Prozesses verwischt, der für die endgültige Entwicklung der Zeichnung von *Sm. quercus* von ausschlaggebender Bedeutung ist: das ist nämlich das langsam zunehmende Prävalieren bestimmter Schrägstreifen gegenüber den andern. Zum Schlusse des II. Stadiums findet eine deutliche Verstärkung des 1., 3., 5. und 7. Streifens statt, sie werden durch Wachsen der auf ihnen gelegenen Warzen breiter und vor allem auch höher, geradezu erhaben. Auch sonst gehen noch einige Veränderungen vor sich: der Kopf erhält jederseits eine gelbweiße Einfassungslinie, und der Grund des Schwanzhorns wird rötlich wie die Spitze.

Dauer des Stadiums II: 6—8 Tage.

Größe zum Schlusse: 15—19 mm.

Stadium III.

Die 2. Häutuug führt zu keinen sonderlichen Veränderungen des Gesamthabitus, da ja die Verstärkung einzelner Schrägstreifen schon zum Schlusse des vorigen Stadiums deutlich war; sie wird jetzt noch auffallender (Fig. 62), indem zwar alle Streifen an Deutlichkeit gewinnen, die betreffenden 4 jedoch mehr als die übrigen. Grundfarbe und Subdorsale verändern sich nicht, doch

tritt die letzte in diesem Stadium besser hervor als auf dem vorigen und zwar in Form einer Kette von getrennten kleinen Längsstreifen (Fig. 62); sie kann sich so noch bis ins nächste Stadium hinein erhalten (Fig. 63).

Dauer des Stadiums III: 5—7 Tage.

Größe zum Schlusse: 20—21 mm.

Stadium IV.

Charakteristisch ist die starke Größenzunahme des Kopfes, der mit seinem hellgelben Seitenbande die andern Segmente weit überragt. An den untern Teilen der prävalierenden Schrägstreifen ist eine äußerst schwache dunkle Grundierung aufgetreten. Das Hörnchen auf dem Kopfe, die Spitzen des Schwanzhornes und die Brustfüße sind zart rosa gefärbt (Fig. 63). Kurz nach der Häutung ist der Unterschied zwischen den einzelnen Schrägstreifen weniger auffallend, um dann im Verlaufe des Stadiums sich wieder stärker auszuprägen. Die zu Anfang des Stadiums überaus deutliche Chagrinierung verwischt sich langsam durch starkes Längen- und Dickenwachstum der Raupe, und so kann die verdeckte Grundfarbe zur Geltung kommen; es lassen sich dann eine dunklere blaugrüne und eine hellere gelbgrüne Varietät unterscheiden, wenn auch nicht so gut wie bei *Sm. tiliae* z. B.

Dauer des Stadiums IV: 4—7 Tage.

Größe zum Schlusse: 26—31 mm.

Stadium V.

Die Subdorsale ist nach der 4. Häutung bis auf den Rest auf Segment 1—3 regelmäßig verschwunden; dagegen nehmen die Schrägstreifen stark zu und erhalten (d. h. nur die prävalierenden) einen zarten rötlichen Anflug, der zuerst oben auftritt und dann, das Weiß überdeckend, sich langsam nach unten ausbreitet (Fig. 64); ich möchte hier ausdrücklich bemerken, daß dieses Rot den roten Flecken und Streifen bei andern Arten nicht homolog ist, denn während dort die dunkle Grundierung durch die farbigen Säume resp. Flecken verdrängt wird, ist es hier der Schrägstreifen selber, der eine rötliche Färbung annimmt, die dunkle Grundierung aber bleibt unverändert bestehen. Übrigens ist diese Erscheinung doch nicht ohne Analogon unter den andern Smerinthinen! So sehen wir bei *Sm. ocellatus* nicht selten den letzten (7.) Schrägstreifen im letzten

Stadium leicht violettrot überhaucht, und sekundär breitet sich dazwischen das Rot der Flecken auf den weißen Schrägstreifen bei *Sm. tiliae* aus.

Dauer des Stadiums V: 5—10 Tage.

Größe zum Schlusse: 39—40 mm.

Stadium VI.

Smerinthus quercus macht 5 Häutungen durch, während im allgemeinen die Sphingiden bloß 4 zeigen; diese letzte, 5. Häutung entspricht, wie mir scheint, der 4. bei den andern von mir untersuchten Arten: denn die typische Veränderung, die nach beiden eintritt, ist das Verschwinden des Hörnchens vom Kopf; es muß also eine Häutung eingeschoben sein und zwar, wie ich glaube, die 2., die so gut wie gar keine Veränderungen mit sich bringt. Im letzten Stadium dunkelt die Grundfarbe stark nach (Fig. 65), so daß die Unterscheidung der beiden Varietäten derselben schwer fällt. Dunkelgrün ist jetzt auch das Schwanzhorn; Schrägstreifen und Subdorsalerest bleiben unverändert.

Dauer des Stadiums VI: 6—11 Tage.

Größe zum Schlusse: 55 mm.

Zusammenfassung.

1. Subdorsale: Sie ist schon beim Auskriechen vorhanden, wird im II. Stadium durch die Chagrinierung stark verdeckt, erhält sich aber noch bis ins III. und IV. Stadium als eine Kette von getrennten kurzen Längsstreifen.

2. Schrägstreifen: Vom 1. Lebenstage an in 7-Zahl vorhanden, schon zum Schlusse des II. Stadiums beginnt ein Prävalieren des 1., 3., 5. und 7., das sich zum Schlusse der Entwicklung noch bedeutend steigert; im V. Stadium tritt auf ihnen eine rötliche Färbung auf.

3. Grundfarbe: Im I. und II. Stadium ein sehr helles Gelbgrün, erst zum Schlusse des II. Stadiums wird die Farbe dunkler, im IV. Stadium lassen sich eine hellere und dunklere Varietät unterscheiden, doch schwindet dieser Unterschied im letzten Stadium wieder, da ein allgemeines starkes Nachdunkeln der Farbe eintritt.

Der Selektionswert der Zeichnungs- und Färbungselemente der Sphingiden.

Wenn wir das bei den einzelnen Arten Gefundene vergleichen und in Einklang bringen und so womöglich einen genetischen Zusammenhang zwischen diesen Arten feststellen wollen, so müssen wir zunächst die in Betracht kommenden Elemente der Zeichnung und Färbung daraufhin genauer untersuchen, wie sehr sie einer Selektion zugänglich waren. Es erscheint klar, daß nur solche Merkmale der Zuchtwahl unterworfen sind, die für die betreffende Art einen Schutz, resp. eine Anpassung darstellen.

Schon im Jahre 1875 hat Weismann in seinen Untersuchungen über dieses Thema gezeigt, daß die ganze Sphingidenzeichnung sich restlos in biologisch wichtige und daher der Selektion zugängliche Merkmale auflösen läßt; nach ihm hat Poulton (1884—1889) diesen Ergebnissen noch einige wichtige Tatsachen hinzugefügt. So scheint dieses Gebiet hinlänglich durchforscht zu sein, und wenn ich trotzdem hier darauf eingehe, so werde ich es einerseits fast vollständig im Anschluß an die beiden genannten Forscher tun, andrerseits aber muß ich noch einiges hinzufügen, anderes deutlicher hervorheben, was mir für den weitern Verlauf meiner Untersuchungen besonders wichtig zu sein scheint.

Die grüne Grundfarbe ist als vorzügliche Anpassung an die grüne Umgebung bei den Raupen sehr allgemein verbreitet und garantiert diesen zarten Tieren häufig eine weitgehende Unsichtbarkeit. Diese ist von um so größerer Bedeutung für die Raupen, als auch nur kleine Verletzungen ihres Körpers, infolge der anatomischen Struktur desselben, den Tod herbeiführen können, indem die unter hohem Druck stehende Innenflüssigkeit ausfließt, also Verblutung eintritt (Poulton). Dieser Schutz kommt aber nur solange zur Geltung (Weismann), als die Raupen verhältnismäßig klein sind, d. h. bei den von mir beobachteten Arten, z. B., sich unter den Blättern ihrer Futterpflanze verbergen können; während dieser Zeit werden sie, auch wenn sie bei Tage fressen und sich bewegen sollten, nicht leicht gesehen, denn ihre Färbung stimmt ungefähr oder aber ganz genau mit der Farbe der Blätter überein. Das erstere ist in den jüngern Stadien ganz allgemein der Fall, wo alle 4 *Smerinthus*-Arten und *Sphinx ligustri* die gleiche gelblich-grüne Färbung zeigen. Das ändert sich aber, je nach der Art, in verschiedenen Lebensaltern, und die Raupen gehen zu einer vollkommenern, weil die

Unterseite der Blätter in der Färbung besser nachahmenden bläulichgrünen Grundfarbe über. Dies, in Verbindung mit der später zu besprechenden Zeichnung und der Gewohnheit am Tage unbeweglich zu sitzen und nur in der Nacht zu fressen, läßt auch die Raupen von bedeutenderer Größe durch ihre Färbung gut geschützt erscheinen. Ein wie bedeutender Anteil an diesem Schutze gerade der Färbung zukommt, zeigt der Fall von *Sm. tiliae.* Diese Art verändert, kurz bevor sie den Nahrungsbaum verläßt, um sich in der Erde zu verpuppen, vollständig ihre Farbe: Im Laufe weniger Stunden verschwindet die grüne Grundfarbe und macht einer rötlichbraunen Platz, die den am Boden liegenden trocknen Blättern, Zweigen etc. vorzüglich angepaßt ist; der schnelle Farbwechsel entspricht hier vollkommen dem plötzlichen Übergang vom grünen Laube zum bräunlichen Erdboden (PIEPER's Ausführungen zu diesem Punkt scheinen mir durchaus nicht zwingend, und alle meine Beobachtungen sprechen für den biologischen Wert der Farbänderung). Bei dieser biologischen Bedeutung der Grundfarbe ist es uns verständlich, daß gerade sie der Selektion Angriffspunkte bot, von hohem Selektionswert war, und so werden wir von ihr auch Aufschlüsse über die Phylogenese der Sphingiden erwarten dürfen.

Als ein ursprünglich wichtiges Element der Sphingidenzeichnung haben wir die Subdorsale (und andere Längsstreifen) zu betrachten. Sie teilte die große einförmig grüne Fläche des Raupenkörpers in mehrere Teile (WEISMANN) und machte ihn dadurch der Umgebung (Grasstengel, lange Grasblätter etc.) ähnlicher. Immerhin konnte sie von ausschlaggebender Bedeutung nur so lange bleiben, als 1. die Raupen in einer dieser Längsstreifung möglichst entsprechenden Umgebung blieben, also im Grase lebten, 2. aber als keine weitern Zeichnungselemente hinzutraten, die die Wirkungen der Subdorsalen beeinträchtigten. Alle 5 in dieser Arbeit berücksichtigten Arten leben auf Pflanzen mit mehr oder weniger großen Blättern, die irgendeine auffällige Längsstreifung nicht erkennen lassen; daher sind die subdorsalen und andern Längsstreifen von keinem Nutzen für ihre Träger, sie werden aber geradezu schädlich und müssen daher aus der Zeichnung verschwinden, wenn das neue Merkmal der Schrägstreifen auftritt. Diese ahmen die seitlichen Blattrippen in sehr vollkommener Weise nach, sowohl was den Abstand der einzelnen Rippen voneinander anbetrifft, als auch hinsichtlich des Winkels, den sie mit der Mittelrippe bilden. Jede Unterbrechung der Schrägstreifen durch eine quer über sie hinlaufende Subdorsale

oder Stigmale schwächt den natürlichen Eindruck von Blattrippen ab, ja vernichtet ihn gänzlich, und daher können diese beiden Zeichnungselemente, Längsstreifung und Schrägstreifung, so biologisch wertvoll sie jedes für sich sind, nicht nebeneinander vorkommen, ohne gegenseitig ihre nachahmende Wirkung aufzuheben.

Anders steht es, wenn die veränderte Längsstreifung der Schrägstreifung dienstbar gemacht wird: ich kenne 2 solche Fälle bei meinen Raupen: 1. Es bildet sich jederseits vom dunkel durchscheinenden Rückengefäß eine feine weiße Dorsallängslinie aus, die am Horn beginnt und nach vorn bis zum 5. oder 4. Segment hinzieht, wo sie mit dem 1., resp. „8." Streifenpaar in Verbindung tritt; von ihr nehmen die einzelnen Schrägstreifen ihren Ursprung. So erhalten wir eine dorsale Medianlinie: das dunkle Rückgefäß begrenzt von 2 hellen Streifen, die als Ganzes täuschend die Mittelrippe eines Blattes nachahmt; sie kommt bloß bei *Sm. ocellatus* vor und tritt hier zu Anfang des III. Stadiums auf. 2. Auch die Subdorsale kann quasi zu einem Element der Schrägstreifung werden, indem sie auf dem 1.—3. Segment erhalten bleibt, während sie auf allen übrigen regelmäßig verschwindet: es wird nämlich durch die spezifische Haltung des Kopfes und der 3 ersten Segmente, die kurz als Sphinxstellung bezeichnet wird, dieser vordere Rest des Längsstreifens den Schrägstreifen genau parallel gestellt und wirkt daher auch als eine Fortsetzung der Serie auf den vordern Teil des Körpers, besonders da er für gewöhnlich (es handelt sich hier nur um *Sm. ocellatus*) mit dem kurzen „8." Streifenpaar in Verbindung tritt (Fig. 24), dann bilden der gestreifte hintere Körperabschnitt und der eigentlich ungestreifte vordere in ihrer Zeichnung ein Ganzes und wirken, da dies die stete Ruhestellung der Tiere ist, um so täuschender. Bei *Sm. populi* übernimmt die Stigmale in etwas modifizierter Weise die Rolle der Fortsetzung der Zeichnung (Fig. 56). Die Sphinxstellung hat hier die entsprechenden Segmente noch stärker umgebogen, und daher kann die Stigmale als eine ununterbrochene Fortsetzung des 1. Schrägstreifens erscheinen, die genau in der allgemeinen Streifenrichtung verläuft.

Nun ließe sich aber eine solche „allgemeine" Streifung des Körpers auch dadurch erreichen, daß sich „echte" Schrägstreifen auf den vordersten Segmenten ausbilden. Andeutungen von solchen, ja sogar vollständige Streifen finden wir denn auch: bei *Sm. ocellatus* fast regelmäßig auf dem 3. Segment ein „8." Streifenpaar, ebenso bei *Sph. ligustri*; seltner kann man auch noch ein „9." Paar auf

dem 2. Segment konstatieren, wiederum nur bei diesen 2 Arten; bei *Sph. atropos* scheint sich regelmäßig ein voll ausgebildetes „8.“ Streifenpaar bei der halb erwachsenen Raupe zu finden (Indian Insect Life). Ob die weißen Flecken, die wir bei *populi* auf Segment 1—3 sehen (Fig. 51), „die Schrägstreifen hier vertreten“ (Weismann) oder ob sie vielleicht ihren Anfang darstellen, ist schwer zu entscheiden, doch ist aus weiter unten zu besprechenden Gründen das letztere wahrscheinlich.

Auch unter den regelmäßigen 7 Streifen des 4.—10. Segments finden wir in einigen Fällen Verschiedenheiten in der Stärke der Ausbildung: Fast immer ist der vom Horn ausgehende der stärkste, sein Nachbar nach vorn zu der schwächste. Viel auffallender aber als das, ist das Verhalten bei *Sm. populi* einer- und *Sm. quercus* andrerseits: während beim ersten 2 Schrägstreifen, der 1. und der 7., überaus deutlich sind, sehen wir, daß *Sm. quercus* eine alternierende Anordnung von starken und ganz schwachen Streifen zeigt. Bei *Sm. populi*, wo übrigens die starke Präponderanz der erwähnten Streifen zum Schlusse der Ontogenese wieder abgeschwächt wird, tritt der 1. Streifen mit der Stigmalen in Verbindung, spielt also eine bedeutende Rolle, und diesem Umstande ist vielleicht seine Stärke zuzuschreiben. Anders bei *Sm. quercus*: Hier werden der 2., 4., 6. Streifen so gut wie ganz zum Verschwinden gebracht, so daß bei der Zeichnung nur die 4 andern in Betracht kommen; das weitere Auseinanderliegen, das hierdurch erreicht wird, vergrößert in nicht zu verkennender Weise die Ähnlichkeit zwischen dem gerippten Blatt und der so weniger dicht gestreiften Raupe. Um mich zu überzeugen, daß die Blattähnlichkeit dadurch in der Tat größer wird, nahm ich Messungen vor, sowohl der Entfernung der Seitenrippen des Eichenblatts voneinander als auch der starken Schrägstreifen: ich kam zu dem Resultat, daß die Blattrippen junger Eichenblätter im Mittel einen Abstand von 9—11 mm, die der ältern einen von 10 bis zu höchstens 15 mm besaßen; bei den Raupen handelt es sich um Strecken von 7,5—8 mm im IV. Stadium und 9—10 mm im V. (jüngere Stadien kommen wegen der geringen Größe der Tiere nicht in Betracht). Man kann hier also wohl einen gewissen Zusammenhang vermuten, um so mehr als die Eichenblätter so deutlich und plastisch gerippt sind wie keines der anderer Futterpflanzen.

Eine weitere Vervollkommnung in der Anpassung an die Blattnervatur wird dadurch erreicht, daß die Grundfarbe auf der Vorder-

seite der Schrägstreifen eine dunklere Färbung annimmt und so den Schlagschatten der Rippen imitiert: die „Rippen" werden viel deutlicher und gewissermaßen plastisch, d. h. den wirklich erhabenen Blattnerven um vieles ähnlicher. Diese Anpassungserscheinung leitet uns zum auffallendsten Merkmal dieser 4 Arten hinüber: zur roten Fleckung resp. Streifung. Weismann hat, um den biologischen Wert der roten Zeichnung nachzuweisen, folgende Erwägungen angestellt: die dunkelgrüne Grundierung der weißen Streifen konnte in der schwachen Beleuchtung, die im Blättergewirr eines Baumes herrscht, zumal zur Zeit der Morgen- und Abenddämmerung, nicht genügen, um die Illusion eines Schlagschattens hervorzurufen, es bedurfte grellerer, leuchtenderer Farben, damit sie eine entsprechende Wirkung hatten; so kamen die roten, violetten, blauen (*Sph. atropos)* Farbensäume zustande, deren Farbe sich vermutlich jedesmal nach der typischen Nährpflanze richtete, indem auch diese durchaus verschiedenfarbige Schatten werfen, was durch die Struktur des Blattes, seine Behaarung usw. bedingt sein kann. Auch Poulton gibt die Möglichkeit einer solchen Erklärung der farbigen Säume zu (1886), er sucht aber für die Flecken, wie sie bei *Sm. ocellatus* und *populi* auftreten, als für ein besonderes Merkmal auch einen besondern biologischen Wert; sie erinnern vielleicht an Gallenflecken, sagt er einmal, verwirft aber im selben Aufsatz diesen Gedanken wieder, da aber eine andere Erklärung sich nicht geben läßt, so kommt er zum Schluß, daß die Flecken der Rest eines in Rückbildung begriffenen Merkmals sind, das den Blätter kopierenden Formen, wie *Sm. populi* und *ocellatus*, nur schaden konnte, da es eine spezielle Ähnlichkeit zerstörte, während bei *Sphinx ligustri* die Licht- und Schattenwirkungen, die den Hauptschutz für diese Art bilden, durch die farbigen Säume verstärkt werden. Für diese Ansicht, daß die Flecken bloß einen Rest der farbigen Säume darstellen, scheint mir, wie später zu erörtern sein wird, vieles zu sprechen, auch dürften die dunkler grünen Grundierungen der Streifen bei *Sm. ocellatus* und *populi* genügen, da beide Arten, die eine stets, die andere häufig, im lichten Gezweig der Weide leben, wo die schmalen Blätter das Licht in hohem Maße hindurchtreten lassen und ihre Schatten bei weitem nicht denen der Lindenblätter gleichkommen.

Schlüsse auf die Phylogenese.

Ich möchte diesem Abschnitt meiner Arbeit folgenden Satz aus Weismann's „Studien zur Deszendenztheorie" voranstellen: „Die

Ontogenese der Raupenzeichnung ist eine zwar mehr oder weniger stark gekürzte, aber kaum gefälschte Wiederholung der Phylogenese." Der genannte Forscher konnte an einer Reihe von Raupenentwicklungen zeigen, daß nur auf diese Weise es uns verständlich wird, warum Raupen, die im erwachsenen Zustande durchaus verschieden sind, in ihren Jugendstadien sich zum Verwechseln ähnlich sehen, warum bestimmte Elemente der Zeichnung, die die erwachsenen Raupen nicht zeigen, bei verwandten Formen in der Jugend mehr oder weniger regelmäßig auftreten, warum wir schließlich ein Merkmal in seinen verschiedenen Entwicklungsstadien bei einer und derselben Raupe erscheinen und sich ausbilden und in manchen Fällen wiederum verschwinden sehen können. Inwieweit und mit welchem Resultat dieser Satz sich auf die von mir untersuchten Arten und ihre Entwicklung anwenden läßt, möchte ich im Folgenden zu zeigen versuchen. Ich werde aber in den Kreis meiner Betrachtungen nicht nur die 5 untersuchten Arten hineinzuziehen haben, sondern zur Vervollständigung noch 2 verwandte Formen berücksichtigen: *Sphinx convolvuli* und *Sphinx atropos*, deren Ontogenie dank Poulton und einer Schrift über indische Insecten (Indian Insect Life 1909) mir, wenigstens zum Teil, bekannt geworden ist.

Wir werden, glaube ich, nicht fehlgehen, wenn wir als einfachste und zugleich ursprünglichste Art der Sphingidenzeichnung die gleichmäßige unununterbrochene Grundfarbe, ein mehr oder minder helles Gelbgrün, ansehen; darauf weist nicht nur ihre sehr allgemeine Verbreitung unter den Raupen überhaupt hin und der Umstand, daß erst auf ihr sich die verschiedenen anderweitigen Zeichnungselemente entwickeln, sondern auch das Verhalten mancher frisch aus dem Ei schlüpfenden Räupchen: diese zeigen bei *Sm. tiliae* und bei *Sph. convolvuli* die reine Grundfarbe (Fig. 1); sehr bald, allerdings schon während des I. Stadiums noch, kommen auch hier neue Zeichnungselemente hinzu; immerhin haben wir also auch unter den von uns betrachteten Arten noch die erste Stufe der Sphingidenzeichnung feststellen können.

Die erste Komplikation wird durchs Auftreten von hellen Längsstreifen verursacht; daß diese in der Tat das erstaufgetretene, also älteste Element der weißen Zeichnung sind, dafür spricht vieles: vor allem das frühe Auftreten der Subdorsalen (des bei weitem häufigsten Vertreters der Längsstreifung), das spätestens mit den Schrägstreifen zugleich, meist aber ein wenig früher statthat; als Beispiel wäre *Sm. tiliae*, dann *Sph. ligustri* und *convolvuli* und schließ-

lich auch *Sph. atropos* zu nennen; bei der letztgenannten muß das Stadium der alleinigen Subdorsalen länger andauern, wie ich aus der Figurenbezeichnung im erwähnten indischen Werk entnehme: die als fig. 66 hier wiedergegebene Raupe wird als „young larva“, das nächstfolgende Bild (fig. 67) als „half-grown larva“ bezeichnet. Das Primäre der Subdorsalen findet ferner auch darin seinen Ausdruck, daß andere Elemente der Zeichnung ganz in Abhängigkeit von ihr sich anlegen: so gehen z. B. bei *Sph. convolvuli* die dorsal von der Subdorsalen gelegenen Teile der Schrägstreifen direkt aus der dorsalwärts verbreiterten Subdorsalen hervor; bei den Gattungen *Chaerocampa*, *Pterogon* und *Deilephila* wird ein Stück der Subdorsalen zur Bildung von Augen- oder Ringflecken verwandt, und so ließe sich noch manches Beispiel anführen. Für das phyletisch hohe Alter der Längsstreifen spricht auch ihr meist sehr frühzeitiges Verschwinden in der Ontogenese, indem wir sie unverändert nur bei auch sonst primitiven Formen bis ins letzte Stadium erhalten finden (*Sph. convolvuli*). Fassen wir einmal kurz zusammen, was uns über die Entwicklungsgeschichte der Subdorsalen aus der Ontogenese unserer 5 Arten bekannt geworden ist:

1. Bei *Sm. ocellatus* ist sie beim Auskriechen schon vorhanden und bleibt vorn, auf Segment 1—3 oder 4, zeitlebens erhalten, hinten schwindet sie im II. oder III. Stadium (Fig. 25).

2. Bei *Sm. populi* ist sie ebenfalls schon am ausschlüpfenden Räupchen zu bemerken, schwindet hinten im II. oder III., vorn im III. oder IV. Stadium (Fig. 53, 56).

3. Hinsichtlich des Auftretens gilt dasselbe auch für *Sm. quercus*; zu schwinden beginnt sie, und zwar nur hinten, auf Stadium III oder IV, verschwindet endgültig aber erst im Stadium V, vorn bleibt sie erhalten (Fig. 63, 64).

4. *Sph. ligustri* zeigt sie erst am 3. Lebenstage, behält sie vorn bis zum IV. (selten bis zum V.) Stadium, sie verschwindet hinten im II. oder III. (Fig. 38, 45).

5. Auch bei *Sm. tiliae* tritt sie spät, erst am 3. Lebenstage, auf und schwindet bei dieser Art in ihrer ganzen Länge in Stadium II oder III (Fig. 5).

Um uns über die Bedeutung dieses verschieden späten Schwindens der Subdorsalen klar zu werden, müssen wir uns dessen erinnern, was wir über ihren Selektionswert gesagt haben: die Subdorsale beeinträchtigt die Wirkung der Schrägstreifen und muß daher durch die Zuchtwahl vollständig ausgemerzt werden; sie kann vorn er-

halten bleiben, wenn sie vermittels der Sphinx-Stellung als „Schrägstreifen“ Verwendung findet. *Sm. tiliae* ist die einzige Art, die keine Sphinx-Stellung zeigt, und in vollem Einklange damit steht die Tatsache, daß bei ihr die Subdorsale frühzeitig und vollständig schwindet. Die Deutung des Subdorsalerestes als „Schrägstreifen“ erhält noch eine weitere Begründung durch die Verhältnisse bei *Sm. populi*: hier, wo die überaus starke Krümmung des Vorderkörpers in der Sphinx-Stellung die Subdorsale in ungünstiger Weise verschieben müßte (vgl. Fig. 56), ist diese verschwunden, und ihre Funktion (s. oben) hat die Stigmale übernommen. Die größte Bedeutung gewinnt der Subdorsalrest bei *Sm. ocellatus* (Fig. 24); seine Wirkung geht aus der Abbildung ohne weiteres hervor. Bei *Sph. ligustri* und *Sm. quercus* spielt er eine unbedeutende Rolle, ja verschwindet bei der ersten Art zum Schlusse, obgleich beide die Sphinx-Stellung anzunehmen pflegen; auf diese Stellung möchte ich hier mit einigen Worten eingehen. Poulton (1889) leitet sie aus morphologisch-anatomischen Gründen als „eine kombinierte Folge des Schwergewichts und der Muskelreaktion der nicht unterstützten vordern Teile des Körpers“ ab (p. 575). Sie ist jedenfalls eine Ruhestellung des Tieres, denn niemals konnte ich durch Reize irgendwelcher Art die Raupen zur Annahme dieser Stellung bringen, wohl aber krümmten sie sich zusammen, wenn man sie eine Zeitlang beunruhigt und durch Umherkriechen auf glattem Papier z. B. hatte müde werden lassen.

Ein wirklich ursprüngliches Verhalten in bezug auf die Subdorsale zeigt uns *Sph. convolvuli* in manchen Exemplaren, indem bei ihnen die ganze Subdorsale bis ins letzte Stadium erhalten bleibt; an andern Individuen können wir schon ein geringeres oder stärkeres Rückschreiten dieses Merkmals wahrnehmen: es schwindet auf den hintern Segmenten, seine Reste können noch als helle Flecken diskontinuierlich sichtbar bleiben, oder sie schwinden vollkommen, und nur vorn auf Segment 1—4 besteht die Subdorsale stets bis zum Schlusse der Ontogenie. Wir haben dem Vorstehenden zufolge wohl ein Recht, für die Sphingiden eine Stammform anzunehmen, die, wie die Macroglossini z. B., eine vollkommene Subdorsale zeitlebens besaß; beim Auftreten der Schrägstreifen gab es für die Längsstreifung zwei Möglichkeiten: entweder auf einmal ganz zu verschwinden, wie bei *Sm. tiliae*, oder aber sich der Sphinx-Stellung entsprechend auf den vordern Segmenten zu erhalten; den Anfang hierzu macht

Sph. convolvuli, und in vollkommenerer Weise zeigen es dann die 4 übrigen Arten.

Die Zeichnung nur weniger Sphingiden ist auf dem relativ einfachen Stadium der Längsstreifung stehen geblieben, ein weiteres, sehr allgemein verbreitetes Zeichnungselement ist die Schrägstreifung, die nicht nur bei den Gattungen *Sphinx* und *Smerinthus*, sondern z. B. auch bei *Aglia tau* oder *Endromis versicolor* zu finden ist. Sie kann in der Ontogenese zwar sehr früh auftreten, beim Auskriechen aus dem Ei schon vorhanden sein (*Sm. populi* und *ocellatus*), nie erscheint sie jedoch vor der Längsstreifung, frühestens mit ihr zugleich, so daß wir wohl annehmen dürfen, sie sei auch phylogenetisch jünger. Dafür spricht auch die Tatsache, daß die Schrägstreifung unter Umständen die Längsstreifung verdrängt und daß die Reste der letzten sich der ersten anpassen; ebenso deutet auf das jüngere Alter der Schrägstreifen ihr Erscheinen in späten Entwicklungsstadien einiger Macroglossinen hin. Fast allgemein treten die Schrägstreifen in 7-Zahl zu gleicher Zeit an den 7 vordern Abdominalsegmenten auf; nur bei *Sphinx convolvuli* konnte Poulton (1889) feststellen, daß der 7. Streifen als erster auftritt, bald darauf 4 weitere Streifen nach vorn zu und schließlich auch noch die beiden vordersten. Weismann's Vermutung, daß die Schrägstreifung in der Phylogenese zuerst hinten auf dem 7. Abdominalsegment entstand und erst durch Korrelation nach vorn auf die andern Segmente übertragen wurde, findet hierdurch ihre glänzende Bestätigung, und eben dasselbe beweist auch die interessante Tatsache, daß bei *Sm. ocellatus* und bei *Sph. ligustri* „supplementäre" Schrägstreifen auf dem 4. und 3. Leibessegment beobachtet werden konnten (Fig. 21, 24, 33, 35); dieses „8." resp. „9." Streifenpaar (s. auch Schema a) tritt nur selten gleichzeitig mit den 7 normalen Streifen auf (bei *Sm. ocellatus*), sondern folgt meist entweder in spätern Stadien (das 9. Paar) oder wenigstens an spätern Tagen desselben Stadiums. Diese supplementären Streifen bestehen bei beiden Arten nur aus dem dorsal von der Subdorsallinie gelegenen, phylogenetisch ältern Streifenteil (vgl. oben die Bildung der Schrägstreifen aus der Subdorsalen bei *Sph. convolvuli*); die ventrale Fortsetzung finden wir erst bei *Sph. atropos* schön entwickelt (Fig. 47).

Den ursprünglichsten Typus der Schrägstreifung sehen wir bei *Sm. tiliae*: 7 Streifen, die alle zu gleicher Zeit auftreten, nahezu gleichmäßig ausgebildet sind und durchs ganze Leben so erhalten bleiben; wir hätten in diesem Verhalten einen neuen Beweis für das

relativ hohe Alter dieser Art, was uns ja schon gelegentlich der Besprechung der Längsstreifung wahrscheinlich erschien; daß die Schrägen trotzdem nicht weiter als bis zum 3. Lebenstage in ihrem Erscheinen zurückrückten, ist bei ihrer vollen Bedeutungslosigkeit in diesem Stadium verständlich. Daß das Vorhandensein von bloß 7 Schrägen ein primärer Zustand ist, erhellt auch daraus, daß *Sph. convolvuli*, eine in jeder Beziehung primitive, phylogenetisch alte Form, nie supplementäre Schrägen besitzt. *Sm. populi* ist nur scheinbar ebenso primitiv, denn die Räupchen des I. Stadiums besitzen außer den persistenten 7 normalen Streifen auch noch schwache Andeutungen von 3 oder 4 supplementären Streifen auf Segment 1—4, in Gestalt von 3 resp. 4 weißen Flecken, die schon im II. Stadium regelmäßig verschwinden (Fig. 51). Ich glaube diese Flecken als Andeutungen von Schrägstreifen bezeichnen zu dürfen, weil sie genau an der Stelle liegen, von wo bei *Sph. ligustri* z. B. der Schrägstreif von einer Warze seinen Ursprung nimmt (vgl. die Lebensgeschichte dieser Art und Textfig. A). Daß bei *Sm. populi* phylogenetisch die Streifen und ontogenetisch ihre Andeutungen schwinden, erklärt sich leicht, wenn wir bedenken, wie sehr sie bei *Sm. populi* in Sphinx-Stellung den einheitlichen Eindruck der Schrägen und der Stigmalen stören müßten, da sie bei Krümmung des Vorderkörpers in durchaus anderer Richtung verliefen als die übrige Schrägstreifung; infolgedessen blieben diese „Andeutungen“ nur noch im jüngsten Stadium, wo sie wegen der geringen Größe der Raupe biologisch ganz indifferent sind, erhalten.

Wir könnten die Entwicklung der weißen Zeichnung der von uns betrachteten Sphingiden etwa folgendermaßen rekonstruieren:

1. Auf einförmig grünem Grunde verläuft eine helle Subdorsale, eventuell auch ihr parallele Dorsal- und Stigmallinien; als Beispiel: *Sph. atropos* in jungen Stadien (Fig. 66).

2. Auf dem 7. Abdominalsegment tritt ein Schrägstreif auf: *Sph convolvuli* im Anfang von Stadium II.

3. Durch Korrelation wird der Schrägstreif auch auf weitere Abdominalsegmente übertragen: *Sph. convolvuli* zum Schlusse von Stadium II.

4. Es sind 7 Schrägstreifen ausgebildet, daneben die Subdorsale in voller Ausbildung erhalten: *Sm. tiliae* Stadium I (Fig. 2).

5a. Die Subdorsale schwindet vollständig, es bleiben nur 7 Schrägstreifen bestehen: *Sm. tiliae* Stadium II—V (Fig. 5, 18).

5b. Die Subdorsale schwindet nur hinten und bleibt auf Segment 1—3 oder 4 erhalten: erwachsene *Sm. ocellatus* (Fig. 26).

6a. Im Zusammenhang mit der Sphinx-Stellung treten supplementäre Schrägstreifen auf dem 3. und 4. Leibessegment auf: *Sm. ocellatus* Stadium I—V und *Sph. ligustri* Stadium I—IV (Fig. 24 und 37).

6b. Die Schrägstreifen sind alternierend stark und schwach, der Subdorsalerest sehr undeutlich: *Sm. quercus* Stadium III—VI (Fig. 64, 65).

7. Die in 4-Zahl ausgebildeten supplementären Schrägstreifen werden wegen der veränderten Sphinx-Stellung rückgebildet und bleiben nur als weiße Flecken erhalten, der Subdorsalerest ist geschwunden: *Sm. populi* zum Schlusse von Stadium I (Fig. 51).

An diese Besprechung der weißen Zeichnung möchte ich gleich die der Grundfarbe anschließen, deren große biologische Bedeutung wir im vorigen Kapitel würdigten. Aus den allgemeinen Lebensbeschreibungen und den Abbildungen geht deutlich hervor, daß die eben ausgeschlüpften Räupchen aller untersuchten Arten in bezug auf die Farbe sich mehr oder weniger ähnlich sehen (Fig. 1, 19, 32, 50): Ein gelbweises Grün ist ihnen gemeinsam; nur *Sm. quercus* macht mit seiner sehr hellen Färbung hiervon eine Ausnahme (Fig. 59), aber hier handelt es sich wohl schon um eine spezielle Anpassung an die hellen Rippen der Eichenblätter. Jene „Ausgangsfarbe" kann im Verlaufe der Entwicklung größere oder geringere Veränderungen erleiden: sie kann innerhalb des Gelbgrünen schwanken, kann aber auch — und das ist hier von Bedeutung — in ein mehr oder weniger ausgesprochenes Blaugrün übergehen (vgl. Fig. 7, 15, 18, 56, 26—28 etc.). Betrachtet man nun diese Raupen in ihrer natürlichen Umgebung, so ist es klar, daß die blaugrüne Farbe entschieden eine vollkommenere Anpassung an die Unterseite der Blätter darstellt als die anfängliche gelbgrüne. Bei *Sph. ligustri* und *Sm. quercus* können wir von einer eigentlichen „Farbenänderung" nicht reden, hier kommt es bloß zur Ausbildung hellerer und dunklerer Varietäten; wohl aber bei den 3 andern *Smerinthus*-Arten: bei *tiliae* findet die Trennung in 2 Varietäten erst im V. Stadium, bei *populi* erst, im IV., selten im III. statt, und nur *ocellatus* zeigt sie regelmäßig im II. oder III. Stadium; hier bei *ocellatus* spielt die Grundfarbe zugleich auch von allen Merkmalen die größte biologische Rolle, denn die Schrägstreifen und der Subdorsalerest wirken nur dank dem Umstande so täuschend, daß die Grundfarbe der Raupe

der Farbe der Weidenblätter so sehr genau entspricht. So, müssen wir schließen, spricht auch das Verhalten der Grundfarbe dafür, daß *Sm. tiliae* als ältere, *Sm. populi* und *ocellatus* als jüngere Formen aufzufassen sind.

Wenn ich nun an die Betrachtung der roten Flecken resp. Streifen gehe, so muß ich im voraus bemerken, daß *Sm. quercus* und *Sph. atropos* hierbei ausscheiden: die erste, weil bei ihr dieses Merkmal überhaupt nicht zur Ausbildung gelangt, die letzte, weil ich aus den kurzen Angaben im „Indian Insect Life" nichts über die Entstehung der farbigen Säume entnehmen kann. Auf Grund der individuellen Entwicklungsgeschichte von *Sph. convolvuli* und *ligustri*, von *Sm. tiliae*, *populi* und *ocellatus* lassen sich, meiner Ansicht nach, 5 Stufen der roten Zeichnung unterscheiden:

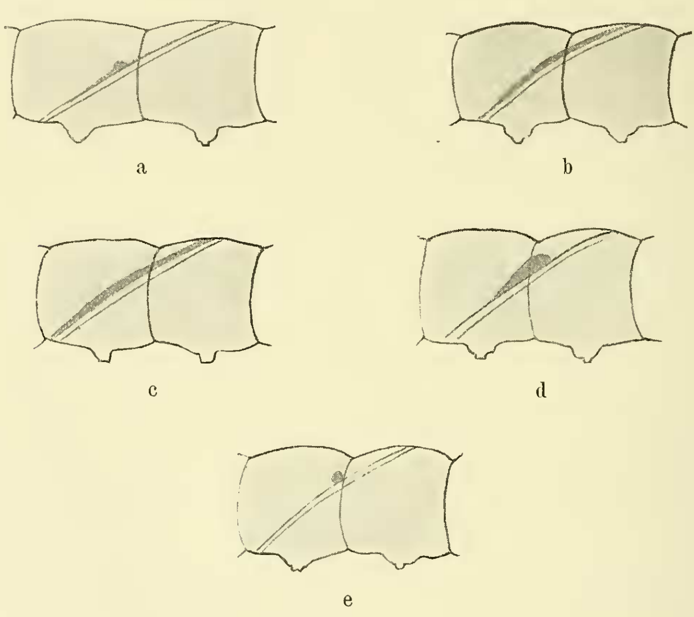


Fig. D a –e.
5 aufeinanderfolgende Stufen der Entwicklung der roten Zeichnung, halbschematisch.

1. Von einem dunklen Flecken, der etwa der Mitte des Schrägstreifens angelagert ist, jedenfalls aber unterhalb der Stelle liegt, wo die Subdorsale den Schrägstreifen schneidet, breitet sich ein dunkler Saum längs dem Schrägstreifen aus (Textfig. D a).

2. Der dunkle Saum legt sich sofort als solcher an, tritt also ontogenetisch nicht als Flecken auf und begleitet den weißen Streifen auf $^1/_3$—$^2/_3$ von dessen Länge (Textfig. Db, Fig. 7, 9, 10, 39, 40).

3. Der Saum ist zu einem breiten, mehr oder weniger intensiv gefärbten Streifen oder Band geworden und begleitet den größten Teil des Schrägstreifens (Textfig. Dc, Fig. 42—46).

4. Der farbige Streifen ist an seinem obern Ende zu einem ausgesprochenen Flecken geworden, hat aber nach unten hin seinen saumförmigen Charakter gewahrt (Textfig. Dd, Fig. 11, 12, 13, 17).

5. Der langgedehnte Charakter ist verloren gegangen, nur das obere, über der Schneidungsstelle der Subdorsalen gelegene, zum deutlichen Flecken ausgebildete Stück ist erhalten geblieben (Textfig. De, Fig. 16 und alle, die sich auf gefleckte *populi* und *ocellatus* beziehen).

Den ersten Fall finden wir bei *Sph. convolvuli* im II. Stadium; aus einem braunen Flecken geht allmählich ein vollständiger Saum des Schrägstreifens hervor, der dem farbigen Saum bei *Sph. ligustri* entschieden homolog ist. Poulton (1889) fügt seiner Beschreibung dieser braunen Flecken folgende Bemerkung hinzu: „Die Homologie zwischen diesen Flecken und denen, die bei vielen *Smerinthus*-Raupen beschrieben sind, ist klar.“ Ich möchte diesen Satz nicht ohne weiteres unterschreiben, und zwar — was für meine weiteren Ausführungen von Wichtigkeit ist — aus folgenden Gründen: erstens erfahren diese Flecken stets eine Ausbildung zu Säumen, was bei *Sm. ocellatus* und *populi* nie der Fall ist, dann aber liegen sie stets unterhalb der Subdorsalen am Streifen und manchmal noch weiter ventral, während die Flecken bei *Sm. ocellatus* und *populi* ganz konstant oberhalb der Subdorsalen liegen (Fig. 23).

Interessant ist es aber, daß wir in der Ontogonie von *Sph. convolvuli* noch ein so primitives Stadium der roten Zeichnung erhalten sehen, denn ohne Kenntnis desselben müßten wir annehmen, daß die rote Zeichnung mit der von uns als zweite bezeichneten Stufe begonnen hat. Diese wird durch junge Individuen von *Sm. tiliae* und *Sph. ligustri* repräsentiert (Fig. 7, 9, 10, 39, 40); ein Fleckenstadium wie bei *Sph. convolvuli* kennen wir hier nicht, sondern gleich die erste Andeutung des Rots ist von schmaler, saumförmiger Gestalt, die dann noch eine Entwicklung zu den endgültigen Formen in jeder Ontogenese durchzumachen hat. Dieser Umstand scheint mir besonders darauf hinzuweisen, daß wir es hier mit einem sehr ursprünglichen Zustand der roten Zeichnung zu tun haben; auch das relativ späte Auftreten der farbigen Säume bei diesen beiden

Arten: bei *Sph. ligustri* im III., nach Poulton auch im IV., bei *Sm. tiliae* fast regelmäßig im IV., selten im III. Stadium, spricht für das höhere Alter dieser Arten und somit auch für die Ursprünglichkeit der roten Zeichnung, wie sie uns in den jungen Stadien entgegentritt.

Die dritte von mir unterschiedene Stufe treffen wir bei den voll entwickelten Individuen von *Sph. ligustri* an. Sie kann, je nachdem, als dunkle oder helle Varietät erscheinen (Fig. 42—46), von denen letzte wohl das ursprünglichere Verhalten darstellt, da auch alle dunklen Individuen ein den hellen entsprechendes Stadium durchlaufen und die dunkle Zeichnung mit ihren mannigfaltigen Flecken bedeutend komplizierter ist, daher auch wohl als eine jüngere Eigenschaft zu deuten ist, da die Entwicklung ja stets vom einfachern zum zusammengesetzten fortschreitet.

In einer ganz andern Richtung entwickelt sich die rote Zeichnung bei *Sm. tiliae*, obgleich ihr Anfang dem bei *Sph. ligustri* durchaus ähnlich sieht: ein schwacher roter Saum begleitet den gelben Schrägstreifen (Fig. 9, 10). Wir können an verschiedenen Individuen sowohl als auch manchmal an der Ontogenese eines einzelnen alle Übergänge vom ausgesprochenen linearen Saum zum abgerundeten Flecken wahrnehmen; Fig. 9—12 zeigt uns diese „Entwicklung“ sehr anschaulich, da aber diese 4 Bilder nach Individuen des IV. Stadiums angefertigt sind, so konnte das eigentliche Fleckenstadium bei ihnen nicht gefunden werden, da es stets erst im V. Stadium sich ausbildet, während bis dahin meist ein Mittelding zwischen Saum und Flecken zu sehen ist. Wenn überhaupt, so tritt bei *Sm. tiliae* dieser Übergang zum Flecken regelmäßig nach der 4. Häutung auf, ein Beweis, wie spät auch in der Phylogenese die Fleckenform ausgebildet wurde. Ausdrücklich will ich bemerken, daß diese Flecken bei *Sm. tiliae* wie auch die zu besprechenden bei *Sm. ocellatus* und *populi* stets über der idealen Subdorsalen gelagert sind.

Ist aber der Flecken auch deutlich als solcher ausgebildet, so kann doch nicht selten nach unten hin noch ein saumförmiger Ausläufer erhalten bleiben (Fig. 11): der letzte Rest des bei *Sph. ligustri* vollkommenen Saumes. Diese Tatsache führt uns zu der Annahme, daß die Fortentwicklung der roten Zeichnung vom *ligustri*- zum *tiliae*-Stadium in folgender Weise vor sich ging: der rote Saum war erst bloß unten vorhanden, wie bei den jungen *Sph. ligustri*, und breitete sich dann nach oben aus, wie bei den erwachsenen *Sph. ligustri*; er begann unten zu schwinden und bildet bloß noch einen Saum für

die obere Hälfte des Schrägstreifens (*Sm. tiliae* Stadium III und IV); er gab seinen saumförmigen Charakter an seinem obern Ende auf und wurde zum typischen, etwas ovalen *tiliae*-Flecken des V. Stadiums. Doch schon bei einzelnen Individuen von *Sm. tiliae* kann sich die Saumform vollkommen verwischen, und Fig. 16 zeigt einen solchen Fall, der, was die Form des roten Flecken anbetrifft, genau ebensogut der Ontogenese von *Sm. populi* entnommen sein könnte (Poulton gibt von *populi* eine der Fig. 16 durchaus ähnliche Abbildung).

Was aber hier jedenfalls noch eine Ausnahme, wird bei *Sm. populi* und *ocellatus* zur Regel: niemals konnten hier saumförmige Elemente der roten Zeichnung festgestellt werden; auch Weismann und Poulton geben dasselbe an; wenn überhaupt Flecken auftreten, so sind sie rund oder ganz leicht oval, liegen aber genau entsprechend den „Flecken" bei *Sm. tiliae* und bekunden dadurch ihren genetischen Zusammenhang. Es wäre nun für unsere Ausführungen von allergrößtem Werte, wenn wir nachweisen könnten, daß diese Flecken bei *Sm. ocellatus* und *populi* ein in Rückbildung begriffenes Merkmal sind; ich glaube imstande zu sein, es wenigstens wahrscheinlich zu machen. In dieser Absicht muß ich zunächst auf den Zusammenhang zwischen Grundfarbe und Fleckung hinweisen: Wie wir oben sahen, ist die gelbgrüne Grundfarbe die primäre, während die jüngere Anpassung durch den blaugrünen Farbton vertreten wird; es stimmt nun mit unserer Auffassung der roten Fleckung als eines alten Merkmals gut überein, daß die gelbgrünen Exemplare von *Sm. ocellatus* häufig, die blaugrünen fast nie rote Flecken tragen (vgl. auch Poulton 1885 u. 1886). Im Kapitel über die Erblichkeitsversuche an *Sm. populi* wiesen wir schon darauf hin, daß die schwache Intensität der Farbe und das in Zeit und Zahl so stark wechselnde Auftreten der Flecken für die Rückbildung sprächen; dasselbe beweisen ferner auch die Fälle, wo wir bei *Sm. ocellatus* und *populi* das Verschwinden schon vorhandener Flecken konstatierten und die nicht so selten waren. Im Zusammenhang mit diesem allen gewinnt auch das gewaltige Überwiegen der ungefleckten Individuen bei beiden Arten an Beweiskraft für unsere Anschauung. Poulton ist auf Grund teils ähnlicher, teils anderer Erwägungen zu demselben Resultate gekommen, daß die Flecken ein in Rückbildung begriffenes Merkmal sind; wie recht er hat, wenn er die Flecken bei *Sm. ocellatus* für ein in seiner biologischen Bedeutung ganz selbständiges Merkmal hält, das nicht mehr den Aufgaben der farbigen Saume dient, scheint mir auch daraus hervor-

zugehen, daß quasi zur Unterstützung der obern Fleckenreihe eine untere Reihe von Stigmalflecken angelegt wird: die Wirkung ist die, daß der große grüne Körper durch andere Farben unterbrochen wird und dem Spiel von Licht und Schatten im Blättergewirr gut entspricht. So führen uns auch die Beobachtungen über die rote Fleckung resp. Streifung zum nämlichen Schlusse: daß *Sm. ocellatus* und *populi* uns die jüngsten, *Sm. tiliae* und *Sph. ligustri* ältere Formen der Anpassung darzustellen scheinen.

Fassen wir zum Schlusse alles zusammen, was wir an Einzelbeobachtungen gesammelt haben, so sind wir, wie mir scheint, zu folgenden Schlüssen berechtigt: 3 Gruppen lassen sich unter den von uns betrachteten Arten unterscheiden; zur 1., die die ursprünglichsten Formen umschlösse, gehört allein *Sph. convolvuli*; diese Art bietet uns im Fortbestehen der Subdorsalen, im Entstehen der Schrägstreifen und farbigen Säume so viel des primitiven, daß an ihrem phyletisch hohen Alter nicht gut gezweifelt werden kann. Die 2. Gruppe besteht aus *Sph. ligustri* und *Sm. tiliae*, die beide noch viele Anlehnungen an die 1. Gruppe zeigen: jene in der roten Zeichnung und der Grundfarbe, diese in ihrer weißen Zeichnung, der Subdorsalen und den Schrägstreifen. Die letzten Anpassungen finden wir in der 3. Gruppe: *Sm. populi*, *ocellatus* und *quercus*: das frühe Variieren der Grundfarbe, die starke oder gar vollständige Rückbildung der roten Flecken, die komplizierten Besonderheiten der Ausbildung der weißen Zeichnung durch Auftreten supplementärer Schrägstreifen und Anpassung der Längsstreifung an die Schrägstreifung sowie die alternierende Ausbildung starker und schwacher Schrägstreifen. Über die phyletische Stellung von *Sph. atropos* möchte ich mir wegen Unvollständigkeit unserer Kenntnis über ihre Ontogenie kein abschließendes Urteil erlauben.

Literaturverzeichnis.

1. EIMER, TH. (1897), Orthogenesis der Schmetterlinge. Entstehung der Arten, II. Teil.

2. HAECKER, V. (1908), Ueber Axolotlkreuzungen, in: Verh. Deutsch. zool. Ges. (Stuttgart), 1908.

3. JOHANNSEN, W. (1909), Elemente der exakten Erblichkeitslehre.

4. LANG, A. (1909), Ueber Vererbungsversuche, in: Verh. Deutsch. zool. Ges. (Frankfurt), 1909.

5. MAXWELL-LEFROY, H. (1909), Indian Insect Life.

6. PIEPERS (1896), in: Congrès intern. Zool., 3. Session.

7. POULTON, E. B. (1884), Notes upon colours and markings of lepidopterous larvae etc., in: Trans. entom. Soc., London.

8. — (1885), Further notes upon etc., ibid.

9. — (1886), Notes upon the larvae of Smerinthus Tiliae etc., ibid.

10. — (1887), Notes upon lepidopterous larvae etc. ibid.

11. — (1889), The ontogeny of Sphinx convolvuli etc., ibid.

12. SCHRÖDER, CHR. (1894), Entwicklung der Raupenzeichnung und Abhängigkeit der letzteren von der Farbe ihrer Umgebung, Berlin.

13. SPULER, A. (1904), Die Raupen der Schmetterlinge Europas, Stuttgart.

14. WEISMANN, A. (1875), Studien zur Descendenztheorie.

15. — (1881), Studies in the theory of descent (Translated and edited, with notes, by R. MELDOLA).

Erklärung der Abbildungen.

Sämtliche Figuren sind nach lebenden Raupen und in Farbe und Größenverhältnissen genau nach der Natur gezeichnet, jedoch ist die Chagrinierung nicht im einzelnen durchgeführt, sondern der durch sie sich ergebende Farbenton wiedergegeben.

Tafel 16.

Fig. 1—18. *Smerinthus tiliae.*

Fig. 1. I. Stadium, gleich nach dem Ausschlüpfen, natürl. Gr. 7 mm (4 : 1).

Fig. 2. I. Stadium, zum Schluß, natürl. Gr. 12 mm (5 : 1).

Fig. 3. II. Stadium, gleich nach der ersten Häutung, natürl. Gr. 14 mm (4 : 1).

Fig. 4. II. Stadium, zum Schluß, natürl. Gr. 13 mm (4 : 1).

Fig. 5. III. Stadium, gleich nach der 2. Häutung, natürl. Gr. 22 mm (3 : 1).

Fig. 6. III. Stadium, zum Schluß, natürl. Gr. 24 mm (3 : 1).

Fig. 7. IV. Stadium, gleich nach der 3. Häutung, natürl. Gr. 26 mm (3 : 1). Die ersten saumförmigen Anlagen der roten Flecken.

Fig. 8. IV. Stadium, zum Schluß, natürl. Gr. 32 mm (4 : 1), nur die hintersten 4—5 Segmente abgebildet, doppelte rote Flecken und ihre Ausbreitung auf den gelben Schrägstreifen.

Fig. 9—12. IV. Stadium, je 2 Segmente abgebildet, die die verschiedene Ausbildung der roten Flecken stufenweise zeigen, alle bei gleicher Vergrößerung (3 : 1), natürl. Gr. 40—45 mm.

Fig. 13. V. Stadium, gleich nach der 4. Häutung, 8 rote Flecken, natürl. Gr. 39 mm (2 : 1).

Fig. 14. V. Stadium, zum Schluß, gelbgrüne Varietät, natürl. Gr. 45 mm (2 : 1).

Fig. 15. V. Stadium, zum Schluß, blaugrüne Varietät, fleckenlos, natürl. Gr. 46 mm (2 : 1).

Fig. 16. V. Stadium, kurz vor dem Braunwerden, Segment 6 u. 7 einer gelbgrünen Raupe von 50 mm natürl. Gr. (3 : 1), starke Reduktion der Flecken.

Fig. 17. V. Stadium, kurz vor dem Einkriechen in die Erde, das Grün der Grundfarbe fast vollkommen verdeckt, natürl. Gr. 62 mm (1,5 : 1).

Fig. 18. V. Stadium, in der Mitte, dunkle gelbgrüne Raupe, fleckenlos, dagegen die dunklen Grundierungen stark ausgeprägt, natürl. Gr. 53 mm (1,5 : 1).

Tafel 17—19.

Fig. 19—31. *Smerinthus ocellatus.*

Fig. 19. I. Stadium, gleich nach dem Ausschlüpfen, natürl. Gr. 5 mm (5 : 1).

Fig. 20. I. Stadium, zum Schluß, natürl. Gr. 9 mm (5 : 1).

Fig. 21. II. Stadium, gleich nach der 1. Häutung, Exemplar mit roten Flecken und 8. Schrägstreifen, natürl. Gr. 11 mm (4 : 1).

Fig. 22. III. Stadium, gelbgrüne Varietät, natürl. Gr. 21 mm (3 : 1).

Fig. 23. IV. Stadium, gelbgrüne Varietät, obere und Stigmalflecken auf allen Segmenten, natürl. Gr. 37 mm (3 : 1).

Fig. 24. V. Stadium, nur der Kopf und die vordersten Segmente sind in Sphinxstellung dargestellt, nach Poulton.

Fig. 25. IV. Stadium, blaugrüne Varietät, natürl. Gr. 34 mm (3 : 1).

Fig. 26—28. V. Stadium, verschiedene Varietäten der Grundfarbe, in natürl. Gr. 60 mm.

Fig. 29. Stigmalflecken (3 : 1).

Fig. 30. Blaßbraune obere Flecken (4 : 1).

Fig. 31. V. Stadium, mit deutlichem 8. Schrägstreifen, Stigmalflecken und schwachen obern Flecken, natürl. Gr. 42 mm (1,5 : 1).

Fig. 32—49. *Sphinx ligustri.*

Fig. 32. I. Stadium, kurz nach dem Ausschlüpfen, mit dichtem Haarpelz, natürl. Gr. 5 mm (6 : 1).

Fig. 33. I. Stadium, zum Schluß, natürl. Gr. 12 mm (3 : 1).

Fig. 34. II. Stadium, kurz nach der 1. Häutung, natürl. Gr. 11 mm (3,5 : 1).

Fig. 35—37. II. Stadium, verschiedene Varietäten der Grundfarbe, natürl. Gr. 17 mm (3 : 1).

Fig. 38. II. Stadium, zum Schluß, Sphinxstellung, natürl. Gr. 18 mm (3 : 1).

Fig. 39. III. Stadium, bald nach der 2. Häutung, erstes Auftreten der roten Säume, bei nach hinten verlängert gedachtem Subdorsalerest würden alle roten Säume ventral vom Längsstreifen liegen, natürl. Gr. 22 mm (3 : 1).

Fig. 40. IV. Stadium, kurz nach der 3. Häutung, Ausbreitung der noch roten Säume nach oben zu, natürl. Gr. 29 mm (2 : 1).

Fig. 41. IV. Stadium, Säume violett, helle Varietät, natürl. Gr. 30 mm (2 : 1).

Fig. 42. IV. Stadium, Säume violett, dunkle Varietät, natürl. Gr. 40 mm (1,5 : 1).

Fig. 43. V. Stadium, kurz nach der 4. Häutung, natürl. Gr. 38 mm (1,5 : 1).

Fig. 44. V. Stadium, zum Schluß, helle Varietät, natürl. Gr. 70 mm.

Fig. 45. V. Stadium, zum Schluß, dunkle Varietät natürl. Gr. 70 mm.

Fig. 46. V. Stadium, 7.—9. Segment, stärker vergrößert (3 : 1) von einer dunklen Raupe.

Fig. 47. V. Stadium, abnorm dunkel gefärbtes Exemplar, fast vollständige Verdrängung der grünen Grundfarbe, natürl. Gr. 43 mm (1,5 : 1).

Fig. 48. 8. Segment a) von oben, b) von der Seite (10 : 1), um die Verteilung der Warzen zu zeigen.

Fig. 49. Kopf und Thorax in Sphinxstellung in Stadium V (2 : 1).

Fig. 50—58. *Smerinthus populi.*

Fig. 50. I. Stadium, kurz nach dem Ausschlüpfen, natürl. Gr. 6 mm (5 : 1).

Fig. 51. I. Stadium, zum Schluß, nach Weismann, natürl. Gr. 13 mm (5 : 1).

Fig. 52. II. Stadium, Mitte, natürl. Gr. 19 mm (3 : 1).

Fig. 53 u. 54. III. Stadium, häufige und seltne Kombination der roten Flecken, natürl. Gr. 25 mm (3 : 1).

Fig. 55. IV. Stadium, Kopf und erste Thoracalsegmente halb von vorn, um den Verlauf der Stigmallinie zu zeigen, natürl. Gr. 36 mm (3 : 1).

Fig. 56. IV. Stadium, Sphinxstellung, blaugrüne Varietät, fleckenlos, natürl. Gr. 33 mm (2 : 1).

Fig. 57. IV. Stadium, starke Stigmalflecken, natürl. Gr. 65 mm (1,5 : 1).

Fig. 58. IV. Stadium, natürl. Gr. 36 mm (3 : 1).

Fig. 59—65. *Smerinthus quercus.*

Fig. 59. I. Stadium, kurz nach dem Ausschlüpfen, natürl. Gr. 10 mm (5 : 1).

Fig. 60. II. Stadium, kurz nach der 1. Häutung, natürl. Gr. 11 mm (5 : 1).

Fig. 61. II. Stadium, Mitte, „Tiliaezustand", natürl. Gr. 16 mm (4 : 1).

Fig. 62. III. Stadium, kurz nach der 2. Häutung, natürl. Gr. 20 mm (3,5 : 1).

Fig. 63. IV. Stadium, kurz nach der 3. Häutung, natürl. Gr. 22 mm (3 : 1).

Fig. 64. V. Stadium, kurz nach der 4. Häutung, natürl. Gr. 39 mm (2 : 1).

Fig. 65. VI. Stadium, Mitte, natürl. Gr. 53 mm (1,5 : 1).

Fig. 66 u. 67. *Sphinx atropos*
(beide nach Indian Insect Life).

Fig. 66. „young larva", natürl. Gr. 10 mm (5 : 1).

Fig. 67. „half grown larva", natürl. Gr. 18 mm (3 : 1).